

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra mechanické technologie**

**Optimalizace strategie pohybu prázdných a plných balení komponent  
na montážní hale**

**The optimization a strategy of movement empty and full packaging  
components to the assembly hall**

**Student:**

**Bc. Josef Habich**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Dr. Ing. Pavel Skalík**

**Ostrava 2016**

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Josef Habich**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Optimalizace strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale**  
**The Optimization a Strategy of Movement the Empty and Full Packaging Components to the Assembly Hall**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Popis současného stavu montáže
2. Návrh strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale
3. Optimalizace množství balení v montážní hale HAN2
4. Vytvoření kanbanového systému signalizace pro jednotlivé materiály
5. Zhodnocení přínosu DP

### Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I.* 3. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.  
ZELENKA, A., KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů.* 1. vydání. Praha: ČVUT Praha, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.  
SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť.* 1. vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.  
KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie.* 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 398 s. ISBN 80-7100-553-3.

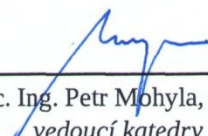
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Dr. Ing. Pavel Skalík**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



  
doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 29. 4. 2016




podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 29. 4. 2016

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Josef Habich

Adresa trvalého pobytu autora práce: Kolšov 96, 78821 Sudkov



## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HABICH, J. *Optimalizace strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, 88 s. Vedoucí práce: Skalík, P.

Úvod diplomové práce věnuji obecným pojmům, které přiblíží problematiku optimalizace strategie pohybu balení. V popisu současného stavu představuji jednotlivé výrobní linky a jejich postup výroby, seznam komponentů, materiálové toky. Návrh strategie se ubírá k předběžným dvěma koncepcím umístění a pohybu prázdných a plných balení komponentů v nově vybudované montážní hale. Optimalizace obsahuje dvě varianty množství zásob, prostorové rozmístění, tak aby byl celý koncept finančně nejvýhodnější. Simulací obou koncepcí, vyhodnocení výsledků a opatření na odstranění zjištěných problémů přecházím k následnému určení vítězné koncepce. Ve vytvoření kanbanového systému se nachází systém signalizace a zásobování linek materiálem manipulanty. Závěr patří celkovému zhodnocení a splnění požadavků.

## ANNOTATION OF MASTER THESIS

HABICH, J. *The optimization a strategy of movement empty and full packaging components to the assembly hall: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, 88 p. Thesis head: Skalík, P.

The introduction of the diploma thesis is focused on general concept of a optimization strategy of a movement of the packages. There is a description of the current assembly lines, processing, bill of materials and material flow. The project describes two conceptions of placement and movement of full and empty packages in the new hall. The optimization is made according of an amount of the raw material, space placement and financial useful. The most efficient project is chosen based on the simulation results and rearrangement of the proposal. The Kanban system is created with the signalization and feeding of the assembly line with the operator. In the end there is a conclusion.

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Dr. Ing. Skalíkovi, za užitečné rady a vedení diplomové práce. Dále bych poděkoval své rodině a přítelkyni za podporu.

# Obsah

	strana
Úvod.....	9
I Teoretická část - Problematika manipulace s materiálem .....	11
I.I Materiálový tok .....	11
I.II Materiálový tok v montáži .....	13
I.III Pull systém .....	16
I.III.I Kanban .....	16
I.IV Sklady .....	17
I.IV.I Regály .....	17
I.V Převážné obaly .....	18
I.V.I Ukládací bedny a přepravky .....	18
I.V.II Rolltejnery .....	20
I.VI LED svítidla .....	20
I.VII Základní systém simulace .....	21
1 Popis současného stavu montáže .....	23
1.2 Představení vyráběných zadních skupinových světel .....	24
1.2.1 Volkswagen T6 Transporter .....	26
1.2.2 Škoda / Seat .....	30
1.2.3 Jaguar X760 .....	36
1.2.4 Audi A3 .....	40
2 Návrh strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale.....	48
2.1 Montážní systémy - Výstupy montážních linek.....	48
2.2 Strategie pohybu a umístění balení na montážní hale .....	49
2.2.1 Koncept 1 .....	49
2.2.2 Koncept 2 .....	50
3 Optimalizace množství balení v montážní hale HAN II.....	53
3.1 Optimalizace balení v hale HAN II - varianta 1.....	53
3.2 Optimalizace balení v hale HAN II - varianta 2.....	56
3.2.1 Uspořádání spádových regálů.....	59
3.2.2 Uspořádání rollkontejnerů .....	61
3.3 Výrobní linky Audi A3 .....	63
3.3.1 Koncept 1 .....	64
3.3.2 Koncept 2 .....	65

3.4 Simulace výrobní linky Audi A3 .....	66
3.4.1 Koncepce 1 .....	68
3.4.2 Koncepce 2 .....	72
3.4.3 Vyhodnocení a porovnání koncepce 1 a 2.....	76
4 Vytvoření kanbanového systému signalizace pro jednotlivé materiály.....	79
4.2 Aplikace signalizace.....	80
5 Zhodnocení přínosu DP .....	83
6 Seznam použité literatury .....	87
Seznam příloh .....	88

# Úvod

*Ani jeden veliký objev se nerodil bez smělého odhadu.*

*Isaac Newton*

V současnosti existuje mnoho různých podniků na trhu práce, což je pro zákazníka značným přínosem. S tím ale rostou i zákaznické nároky a požadavky na široký výběr produktů firmy. Jedním z častých požadavků bývá rozšíření výroby o další, nové produkty. Bohužel není tak snadné zůstat funkční prosperující jednotkou v dnešním ekonomickém ruchu konkurence. Proto je na místě, aby firma rostla spolu s potřeby klienta a jeho nárokům se neustále přizpůsobovala.

Hella Autotechnik Nova s.r.o., firma fungující v oblasti vývoje a výroby světelné techniky do automobilového průmyslu, je právě jednou z těch firem, která se novým požadavkům klientely adaptuje. Tomu přispívá i fakt, že firma Hella patří k hlavním průkopníkům inovací na trhu. Ta vyčlenila výrobu zadních skupinových světel a vytvořila výrobně a logisticky nezávislou výrobní jednotku HAN II v externí lokaci, a to zejména pro zefektivnění a zkvalitnění výroby, což by z důvodu nedostačujícího místa v interní montážní hale nebylo možné.

V diplomové práci se budu zabývat návrhem pohybu prázdných a plných balení komponentů v nově vybudované montážní hale – právě zde vznikají nové svítidly pro světoznámé značky aut, jako jsou Volkswagen, Škoda, Seat, Jaguar a nově i Audi. Toto téma jsem si zvolil v návaznosti na svou bakalářskou práci, ve které jsem se taktéž věnoval oblasti projektování výrobních systémů.

Teoretickou část této práce budu věnovat problematice materiálového toku a toku v montáži. Tato problematika se zabývá řízeným pohybem materiálu v logistickém řetězci – od součástek až po hotové díly. Jde o to, aby materiál dorazil nepoškozený a v předem určené kvalitě na dané místo včas. Na tuto problematiku navážu i jedním ze způsobů signalizace – a to systémem kanban, který zlepšuje přesnost dodržování termínů, přehled ve výrobě a snižuje zásoby a skladovací prostory. Dále se také budu zabývat sklady, regály a přepravními obaly. V této části se budu zabývat řešením hlavních činností, členěním a výhod i nevýhod skladů a regálů. Přepravní obaly chci rozdělit do určitých druhů a dále



je podrobněji popsat, např. ukládací bedny, přepravky, rollkontejnery apod. Důležitou pozornost bych chtěl věnovat informacím o aktuálních LED svítidlách, které mají delší životnost a menší spotřebu energie, čímž jsou šetrnější k životnímu prostředí. Takové svítidly si dnešní doba přímo vyžaduje. Závěr teoretické části chci zasvětit základnímu systému simulace.

V praktické části stanovím všechny limity, pravidla a strategie, případně uvedu ověření simulací pro úspěšnou výrobu zadních skupinových svítlen. To bude velmi náročné, jelikož výroba v nové hale stále nezapočala a celý koncept mikrologistiky je v návrhu. Mým cílem diplomové práce bude definovat všechny materiálové toky nutných pro montáž svítlen. S výsledky bude seznámen výkonný management odpovědný za procesy výroby. Ty budou promítnuty do pravidel, kterými se bude řídit výroba

První pasáž chci věnovat popisu současného stavu montáže, kde popíši, kdo společnost Hella v Mohelnici je a čím se zabývá a také zmíním všechny vyráběné zadní skupinové svítidly spolu s přehlednými tabulkami a layouty. Na to navážu navržením strategie pohybu prázdných a plných balení komponentů na montážní hale ve více koncepcích. V následující kapitole optimalizace množství balení stanovím limity zásob v montážní hale na jednotlivé linky. V této kapitole také rozmístím a rozdělím obaly dle dispozic, případně nasimuluji nové linky k ověření funkčnosti celého návrhu. V kapitole čtvrté – vytvoření kanbanového systému signalizace se objeví návrh a aplikace signalizace, popřípadě zde zmíním určitý návrh do budoucna. Na závěr bych chtěl zhodnotit dosažené výsledky diplomové práce.

# **I Teoretická část - Problematika manipulace s materiálem**

## **I.I Materiálový tok**

Materiálový tok je práce s materiálem, veškerý organizovaný pohyb surovin a pomocných materiálu i rozpracovaných dílů. Dále je to materiál použitý k výrobě a odpad související s finálním výrobkem pracovního procesu.

Průmyslová logistika a její využití pro cesty materiálových toků, můžeme rozdělit:

- nákup materiálu - pro výrobní systém
- pohyb materiálu - výrobky, informace ve výrobním procesu
- pohyb hotových výrobků - informace, prodej [1]

Průmyslová logistika materiálových toků se zabývá také plánováním, řízením a kontrolou všech souvisejících činností úseku. Úkolem logistiky je řešit také komplexní pojetí projektu, stanovuje optimální velikosti výrobních dávek, zásob materiálu, polotovaru i hotových výrobků a velikost nákladů nezbytných pro manipulaci, skladování a expedici. Dále se zabývá velikostí skladu. V závislosti na velikosti skladu, zásob, množství sortimentu se může vyskytnout řada protichůdných vlivů například:

- zkrácení dodacích lhůt proti minimálním zásobám
- optimální vytížení výrobních kapacit proti minimálním průběžným dobám [1]

### **Shrnutí požadavků na logistiku materiálových toků**

- přichystat jen správný materiál a součásti montážního celku
- nachystat montážní celky v množství, které bude potřeba
- předání montážních celků na pracoviště, kde budou dále zpracovány
- zorganizovat předání materiálu v daném čase a v určeném místě [1]

Práce na jednotlivých operacích konečného výrobku bude záviset také na jejich velikosti, rozměrech, hmotnosti a opakovatelnosti ve výrobě.

Při veškeré aktivitě, která souvisí s manipulací a skladováním musíme brát zřetel na požadavky času, prostoru a účelných vazeb individuálních prvků ve výrobním procesu.

Práci s materiálem ve strojírenském závodě můžeme rozdělit:

- meziobjektové - práce mezi jednotlivými objekty při zpracování výrobku
- objektové - mezi vstupem a výstupem výrobního procesu [1]

Organizačně vytvořený model materiálových toků na základě průběhu výroby dává také podklady pro ulehčení, zjednodušení časově přesného pohybu materiálu, ale i o skladování, řízení a velikosti zásob.

- 1 – jestli-že se nám jedná o výrobu na zakázku speciálních, nebo jednoúčelových výrobků, které nejsou běžnou součástí výroby - dodavatel, materiál, sklad
- 2 – montáž na zakázku - výroba dílů a sestav
- 3 – zhotovení na sklad - výrobky běžné výroby [1]

Podklady, které získáme z této analýzy, umožní přesnější dimenzování skladů, řízení zásob, pohyb materiálu a výhodnější využití výrobního zařízení. Tzv. body rozpojení materiálových toků se tvoří v místech skladu, nebo meziskladu. Rozpojení není jen z hlediska funkčního, ale také ve vztahu k objednavce zákazníka.

### **Skladové hospodářství**

Sklady označujeme jako prostor, kde je přechodně uskladněn materiál (nakoupené díly, montážní komplety, připravené výrobky). [1]

#### **Ve výrobním procesu nám sklady plní tři důležité funkce:**

- jistící - materiálový tok je na skladě jistěn po určitou omezenou dobu (poruchy, selhání dodávek)
- transformační - srovnává nám jisté časové nesrovnalosti ve výrobním postupu, nesmí být přerušen materiálový tok

$$\frac{d_p}{d_v} = k$$

$d_p$  - dávka na příjmu

$d_v$  - dávka při výdeji

$k$  - udává kolikrát je dávka příjmu menší nebo větší než dávka při výdeji

- kompletační - zkompletování zásob na úrovni finálních výrobků pro expedici [1]

Smysl individuálních funkcí je dán formou výrobního procesu, spolehlivostí dodavatelů materiálu a polohou bodu rozpojení. [1]

Manipulace skladování materiálu ve výrobním procesu a jeho řešení lze posuzovat také podle: lhůty dodání, dodržení termínu předání materiálu na pracoviště, doby výroby, kompletnosti dodávek, rozsahu zásob materiálu a nakoupených dílů, přizpůsobivosti výroby, velikosti nákladů na dopravu, manipulaci, skladování, balení a expedici a tempa obratu zásob [1]

## **I.II Materiálový tok v montáži**

Sklady i mezisklady montážního materiálu musí mít vyhovující rozměr, aby zajišťovaly svůj úkol transformační i jistící, a tak zajišťovaly plynulé zásobení pracovních míst. Individuální sklady se musí organizovat a lokalizovat, tak aby materiálová cesta byla co nejkratší a nedocházelo ke křížení směrů.

Zkušebna, funkční kontrola, výstupní kontrola, expedice musí být situovány jako poslední článek montážní operace. [2]

### **Materiálový tok**

Velikost manipulování s materiálem i jeho podstata vyplívá ze skladby i velikosti výrobního procesu a je jeho nedílnou částí. [2]

Vyjádřit materiálový tok můžeme těmito údaji:

- objem manipulačního výkonu - je hojný (manipulace s materiálem za doby výroby 50-150 krát)
- množství manipulačních operací – je značný (technologická operace 2-8 manipulací, kontrolní operace 2-6 manipulací, skladování 2-6 manipulací)
- manipulace s materiálem - náklady ve výši 24-89 %
- počet dělníků (i technologická manipulace zahrnuje až 50 % dělníků ve výrobě)
- průběžná doba - podle povahy procesu [2]

Na úseku manipulace s materiálem, bývá také vysoká úrazovost, až 50% všech úrazů, které se přihodí ve výrobních procesech. [2]

### **Dělení materiálového toku**

- Spojitý - v jakémkoliv místě zkoumaného úseku nemá počáteční a koncové ohraničení (tekutiny).
- Nespojité - v jakémkoliv místě zkoumaného úseku probíhá střídavý děj, který má počáteční a koncové ohraničení (dávkový tok). [2]

Dopravní dávka se měří v různé velikosti ve fyzikálních jednotkách:

$$D = n J_f$$

n - počet funkčních jednotek

$J_f$  - funkční materiálová jednotka - ukládací bedny a přepravky, rollkontejnery [2]

Místem materiálového toku proteče množství materiálu, které závisí na dávce (D) a taktu (T).

### **Množství materiálu Q za čas t: [4]**

$$Q_t = D_n + D_{n+1} + D_{n+2} + \dots + D_{n+i} = \sum_n^{n+i} D_j$$

i - počet taktů T za čas

$$t = T_n + T_{n+1} + \dots T_{n+i} = \sum_n^{n+i} T_j$$

$D_j$  - dopravní dávka v intervalu  $n$  až  $n + 1$ ,

$T_j$  - takt v intervalu  $n$  až  $n + 1$ . [2]

Parametry na straně přísunu se musí rovnat parametrům na straně výdeje, aby nedošlo k přerušení materiálového toku. Musí se tedy sobě rovnat množství materiálů jak na straně přísunu, tak i odsunu a to v každém časovém intervalu. [2]

### **Zásady manipulace s materiálem**

Do manipulace s materiálem patří: skladování, balení, měření, přeprava, překládka, vykládka. Při pohybu s materiálem stanovíme zásady, které zaručí racionální východisko

- dopravní cesty - krátké a přímé, bez zbytečného křížení a zpětných pohybů



- zbytečná manipulace - vyloučení zbytečné manipulace s materiálem a tím zmenšit objem a manipulaci výkonu
- plynulý, nepřetržitý a rytmický materiálový tok - znamená sladění výkonu manipulačních a technologických zařízení
- automatizace a mechanizace
  - zvyšovat produktivitu práce a odstraňovat práci namáhavou a nebezpečnou
  - zjednodušovat a promýšlet, vytvořit vhodné pracovní podmínky a dodržovat bezpečnost práce [2]

### **Hospodárná manipulace s materiálem**

- efektivnost- manipulace a skladování musí fungovat, tak aby byla co nejefektivněji
- systémovost - systém musí být koordinovaný [2]

### **Stanovení počtu pracovníků**

Množství pracovníků se vypočítá z ročního využitelného časového fondu pracovníka a z času nezbytného pro:

- Přejímku materiálu - záleží na postupu provedení dané kontroly.
- Ložné operace - záleží na materiálu, jeho charakteru, tvaru, hmotnosti, množství, velikosti manipulační jednotky a stupni navržené mechanizace.
- Dopravu zboží od příjemky přes skladování, až k výdeji - záleží na vzdálenosti dopravovaného materiálu a na parametrech dopravního prostředku.
- Naskladňování a vyskladňování
- Kontrolování, zabalení, expedování [11]

Normy času jednotlivých dílčích operací pro manipulaci s materiálem nejsou u nás přímo stanoveny a proto je zapotřebí vycházet z podrobné analýzy této manipulace. Ve skladech málo mechanizovaných se při hrubých odhadech uvádí průměrný výkon 0,75-1,05 tuny za směnu (všechna manipulace i s dopravou). Mechanizovaný sklad 1,25-2,05 tuny za směnu. Hodnoty 5x až 10x větší mohou být pro jednoduché vlastní manipulace. Množství administrativních a technických zaměstnanců záleží na organizaci skladového hospodářství. [11]

### **I.III Pull systém**

Logistiku podniku zásadně ovlivňuje používaný systém plánování a řízení.

Tradiční je Push systém (systém tlaku). Základem je použití všech zdrojů i kapacit výroby. Následuje prodejní strategie s nejdůležitější funkcí - prodat všechny vyrobené výrobky. Nadbytek a hromadění zboží ve skladech bývá výsledkem. Je nerovnoměrnost mezi nabídkou a poptávkou. [12]

V současnosti používaný Pull systém (systém tahu) vyžaduje stálé informace o situaci na trhu. Účelem je zajistit při nízkých nákladech a vysoké kvalitě spokojenost zákazníka a rychle a flexibilně reagovat na jeho potřeby. Principem těchto podnikových systémů je hledání a odstraňování plýtvání. Mezi plýtvání patří vše, co zvyšuje náklady. Pružná přizpůsobivost výroby a tempo distribuce podmíněné pravdivými zprávami umožňují podstatné omezení skladu. [12]

#### **I.III.I Kanban**

Kanban z japonského překladu - karta, štítek. Byl vyvinutý ve firmě Toyota. Hlavní myšlenkou je co nejdokonalejší průběh výroby materiálovým tokem. V systému kanban jde o omezení zásob a zlepšování přesnosti plnění termínu. Kanban nejlépe uplatníme pro opakující se výrobu stejných dílů. Kanban je tahový systém materiálového toku - vyrábí se pouze, když je objednávka. [7]

Kanban je výrobně-kontrolní nástroj, který používá PULL systém. Každé položky nebo díly, které procházejí skrz výrobní proces, nesou vlastní kanban kartu. Kanban karty se odstraňují z položek, které již byly použity nebo přepraveny, a tyto karty se vrací zpět na předcházející proces, kde budou sloužit jako zakázka pro další položky. [5]

Nápis a čárové kódy na kanbanových kartách identifikují položky, dále umístění pracovních míst a výrobních linek nebo dodavatele, odkud pocházejí. Kanbanové karty obsahují veškeré informace o jednotlivých položkách.

Typický kanban je obvykle tištěný kus papíru vložen mezi plastové kryty. Dodavatelé dostávají objednávky přes kanban, které jsou odebrány z boxů na stanicích na cestě ven. Papírování je minimální a maximální produktivita. A Zaměstnanci jsou zcela bez starosti. [5]

### **Správné zavedení metody kanban**

Jeho přínosem je především řízený pohyb materiálu. Při správném zavedení kanbanu zkrátíme průběžnou dobu výroby, odstraníme neefektivitu, omezíme zásoby a zvýšíme kvalitu výroby podniku. [7]

## **I.IV Sklady**

Sklady jsou prostory určené pro skladování a jsou vybaveny příslušnou skladovací a manipulační technikou. Úkolem skladu je přijímání a uschovávání zásob, případně produkování jejich užitečných hodnot, vydávání žádaného množství a manipulování s ním. [3]

### **Veřejné a nájemné sklady**

- Veřejné skladování zboží - přijímání, skladování a vydávání zboží podle objednávky zákazníka.
- Nájemné sklady - jedná se o pronajímání části skladu i s příslušným manipulačním zařízením a zákazník si sám již zajišťuje všechny další činnosti.
- Zásobovací sklady výroby - spadají do působnosti průmyslové logistiky. [3]

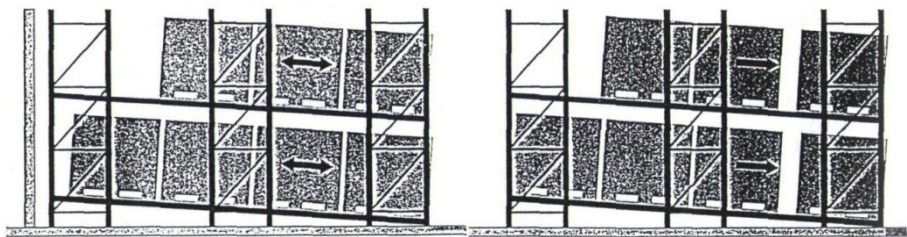
### **I.IV.I Regály**

Patří mezi základní vybavení skladu. Rozměry a druhy regálů se volí podle druhu skladovaného zboží. Regály musí být stabilní a stát na pevném podkladu. Přínosem regálového skladování je přehlednost a dostupnost.

### **Spádové regály**

Sklady se spádovými regály volíme pro samostatné, oddělené skladování a vyskladňování manipulačních jednotek, které jsou uloženy za sebou a pohybují se samospádovou silou nebo pomocí pohonu. Zlehka nakloněné regály mají zabudované

válečkové uspořádání, které umožňuje posun palet prostřednictvím gravitace a kontrolovaným tempem až na druhý kraj regálu. Spád musí být 2-8 stupňů. [3]



Obrázek 1: *spádové regály* [3]

#### **Výhody spádových regálů:**

- můžeme použít princip FIFO (první dovnitř, první ven)
- odpadá vytváření uliček pro manipulaci s výrobky, vyskladňuje se a naskladňuje se z čela
- plocha skladu je vysoce využita
- vysoké využití ložné plochy
- použití mechanizace i automatizace [3]

#### **Nevýhody spádových regálů**

- poruchovost - hlavně u posuvných válečkových systémů
- omezený přímý přístup k jednotlivým druhům výrobku [3]

## **I.V Přepravní obaly**

### **I.V.I Ukládací bedny a přepravky**

Ukládací bedny patří mezi skladovací a přepravní prostředky. Slouží k manipulaci a uskladňování materiálu:

- ve výrobě - náradí, součástky, potravinářské výrobky
- ve velkoobchodních skladech - elektroinstalační materiál [3]

Ukládací bedny jsou uzpůsobené k ručnímu manipulování pomocí držadel. Bedny můžeme skládat na sebe, nebo rovnat na palety. Většinou skladový, nebo výrobní prostor neopouštějí, nejsou stanoveny pro oběh zboží. Bedny jsou opatřeny na přední straně rámečky pro vložení štítků s údaji pro lepší identifikaci. Rozdělují se na:

- zkosené - slouží k lepšímu odběru materiálu

- rovné
- zásuvkové - tvarovaný horní okraj [3]

Ukládací bedny jsou vyrobeny buď z polystyrenu (nevhodné na potraviny), z ocelového plechu, slitin hliníku, nebo polyetylenu.

Přeppravky jsou přepravní materiál, určen k manipulaci zboží ze závodů výrobních a ze skladu do maloobchodních prodejen. Jedná se o ruční manipulaci. Připojená držadla slouží pro snadnou přepravu. Jsou stohovatelné a dají se transportovat na paletách. Vnitřní plocha je prázdná, nebo přepažena přepážkami, přeppravky bývají zakryté víkem. [3]



Obrázek 2: Bedna E1- dvě varianty (594x396x280 mm) [14]



Obrázek 3: Bedna E2 (396x297x140 mm) [14]



Obrázek 4: vlevo - bedna 2L (102x215x75 mm), vpravo - bedna 3L [14]



## I.V.II Rolltejnery

Rollkontejnery nebo rolltejnery (transportní vozíky) jsou prostředky určené k manipulaci, přepravě a pohybují se na čtyřkolovém podvozku. Tento podvozek může být i oddělovací dle varianty a jde kombinovat s přepravkami. Bočnice mají konstrukci drátěnou, nebo plstěnou.[3]

Na rolltejnery lze navléknout plastovou, průhlednou folii, která chrání zboží např. před povětrnostními podmínkami. Nosnost rolltejneru je dle varianty 300 - 500 kg, s výškou cca 1500 mm a půdorysem o rozměrech 1200x600 mm nebo 1240x835 mm. [3]

S rolltejnery se manipuluje ručně, nebo za použití podlahových dopravníků, ale také můžeme uplatnit vidlicové vozíky. Pro manipulaci dvou až tří rolltejneru současně využijeme vidlice s prodlouženou délkou.

Rolltejnery usnadňují práci zejména při kompletaci zboží ve skladech, při mezioperační manipulaci v textilním průmyslu a strojírenských závodech. [3]



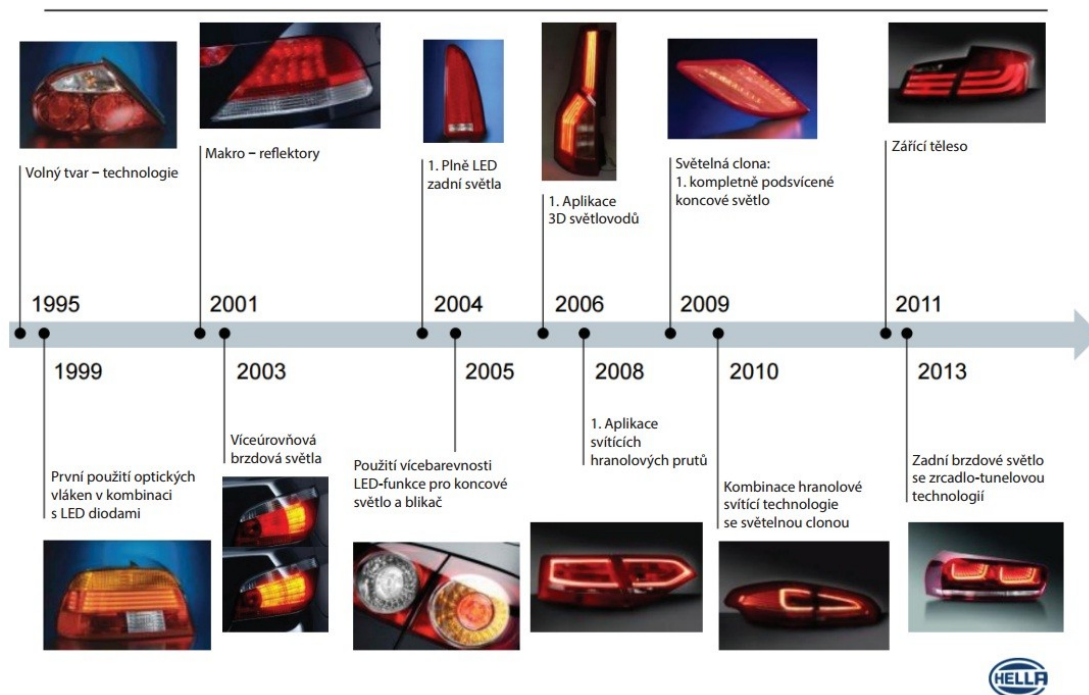
Obrázek 5: vlevo - rollkontejner (1240x835x1460 mm) [HELLA], vpravo - rolltejner - transportní vozík (1200x600x1500 mm) [3]

## I.VI LED svítilny

Dnešní vyráběné diody přinášejí nové výhody, mají delší životnost, větší svítivost, malou spotřebu energie a tím jsou šetrnější k životnímu prostředí. Také zbarvení světla je více podobné dennímu světlu. Konstrukční princip uspořádané svítilny není složitý, ani nákladný. Led diody jsou miniaturní mikročipy zasazené do elektrického obvodu. Uvolňují

jen minimum tepla, protože nemají vlákno. Led světla jsou modernizovanou a důležitou složkou dnešních automobilů. [8]

## Zadní světla Milníky od roku 1995



Obrázek 6: Milníky vývoje zadních světel [9]

Světla jsou plně vybaveny diodami a jejich výhodou je vysoká životnost, až 10 tisíc hodin, značná spolehlivost a úspora energie je o 80 % nižší, než u tradičních světel. Diody mají vyšší výkon a mohou se používat nejen v zadních svítilnách, ale i v předních světlech automobilů jak pro dálková, tak i potkávací světla. [8]

## I.VII Základní systém simulace

V létech 1934 - 1948 byl vyvinut v USA v Pittsburgu systém MTM (Methods-Time Measurement) H.B. Maynardem ve společnosti Methods Engineering Council. V roce 1949 byl systém zveřejněn. Jeho základem je takový postup, jehož prostřednictvím jsou veškeré operace rozčleněny na základní chody, které jsou k jejímu provedení zapotřebí. Normovaný čas je stanoven u každého provedení pohybu. Bere se zřetel na typ pohybu a podmínky, za kterých se provádí. [6]

**Práce je ovlivněna:**

- pracovní metodou
- pracovní intenzitou
- pracovní zručností

Pracovní metoda má největší dopad na čas trvání práce, jelikož zručnost i intenzita práce jsou na takové úrovni, že nemůžeme čekat další podstatný vzestup. Avšak pracovní metodu vylepšíme i ve chvíli, kdy se jeví jako nejdokonalejší. [6]

Pro studium pracovních metod byla na základě těchto zjištění vytvořena vlastní metodika, tzv. Methods Engineering. Methods Engineering jedná se o takový postup, při kterém se provedení pracovního procesu podrobně rozebírá. Vyřadí se veškerý přebytečný pohyb, tak aby byl získán nejlepší způsob práce. Ustanoví se jednotné pracovní podmínky i nástroje. Až po vyškolení dělníka, který dostojí způsob práce uznaný za nejlepší, se vypočítá normovaný čas, ve kterém normální dělník uskuteční svoji práci. [6]

Normálním pracovním výkonem v systému MTM, považujeme takový výkon, který je vykonáván při běžné zručnosti dělníka a běžné intenzitě práce. Z četného měření vyplynulo:

- kolísání intenzity práce je v rozmezí 83-130 %
- kolísání zručnosti je v rozmezí 78-115 %
- plnění normy - nejvyšší výkon dosažený u nejlepšího jednotlivce je 145 %

V systému MTM jsou veškeré hmaty a elementární pohyby rozčleněny do osmi částí se šesti postupy konání podle váhy a dráhy. V osmi tabulkách jsou vyjádřeny hodnoty časové, které vyjadřují čistý čas pohybu a zakládají se na stoprocentním výkonu, který byl zjištěn v USA.

Význam systému MTM spočívá v poskytnutí podkladů, které určí pracovní normy pro daný pracovní úkol. Systém MTM patří mezi živé a neustále se rozvíjející systémy. [6]

# 1 Popis současného stavu montáže

## 1.1 Společnost HELLA v Mohelnici

HELLA se zabývá oblastí vývoje a výroby světelné techniky v automobilovém průmyslu. V České republice působí od roku 1992 v Mohelnici, kde byl zřízen výrobní závod. HV rámci strategie vznikly v Mohelnici postupně tři společnosti, které se zabývají výrobou, vývojem světelné techniky a podporou dalších společností v koncernu střední a východní Evropy. [10]

Koncern HELLA je jednou z celosvětově největších organizací, zabývajících se výrobou a vývojem komponentů, systémů osvětlení a elektroniky v odvětví Automotive. Čítá více jak 32000 zaměstnanců v 35 zemích světa. [10]

HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o. - výrobní závod

HELLA AUTOTECHNIK s.r.o. - vývoj výrobků, měření, testování

HELLA corporate Center Central & Eastern Europe s.r.o. - IT podpora, služby nákupu a financí, HR, atd.

Dne 1. 3. 2014 došlo ke sloučení jednotlivých společností a vznikla jedna společnost nazývaná HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. [10]



Obrázek 7: Hella Autotechnik Nova, s.r.o. v Mohelnici

## **1.2 Představení vyráběných zadních skupinových svítlen**

Společnost Hella Autotechnik Nova s.r.o. nyní vlastní 3 stávající linky na výrobu zadních skupinových svítlen pro automobily značek Volkswagen T6 Transporter, Škoda/Seat a Jaguar X760. Tyto svítlny se vyrábějí ve stávající montážní hale HAN. Každý typ automobilu má svou vlastní výrobní linku (každá strana světla, levá či pravá, má svá pracoviště, jelikož jsou od sebe odlišné). Společnost chce rozšířit svoji výrobu taktéž o zadní skupinové svítlny značky Audi A3. Ty se jako jediné budou vyrábět na 2 nových linkách, a to z příčiny mnoha komponentů a vysoké složitosti jejich výroby. Tyto linky však ve staré hale HAN kvůli nedostačujícímu prostoru nemohou fungovat.

Z toho vyplývá fakt, že firma potřebuje pro svou výrobu více místa, a proto vyčlenila novou výrobní jednotku HAN II, která se aktuálně buduje. Tam se přestěhují i 3 existující linky ze staré haly. Očekávané spuštění nových výrobních linek firma plánuje zhruba na polovinu roku 2016.

V této kapitole stručně představím jednotlivé linky a postup výroby linek spolu se seznamem jejich komponentů (v tabulkách), ze kterých se světlomety vyrábí. V tabulkách jsem uvedl, o jaký materiál se jedná, na jakém pracovišti se bude spotřebovávat a v jakém množství. Veškeré komponenty, které se montují na jednotlivých pracovištích, se nacházejí v obalech. Používají se bedny (E1, E2, 2L, 3L) a rollkontejnery. Dále jsem rozkreslil jednotlivé layouty linek s přiřazenými komponenty pro každé montážní pracoviště. V layoutu jsem také uvedl, kde vstupuje a vystupuje materiál a naznačil materiálové toky všech výrobních linek (mým úkolem je také udělat celkovou logistiku materiálových toků). Uvádím zde i počet zaměstnanců na každou z linek a směnnost jejich výroby.

### **Stávající linky v hale HAN:**

- 1. Volkswagen T6 Transporter**
- 2. Škoda / Seat**
- 3. Jaguar X760**

### **Nově budované linky:**

- 4. Audi A3 (2 linky)**

## Legenda tabulek

Tabulka 1: *Legenda tabulek*

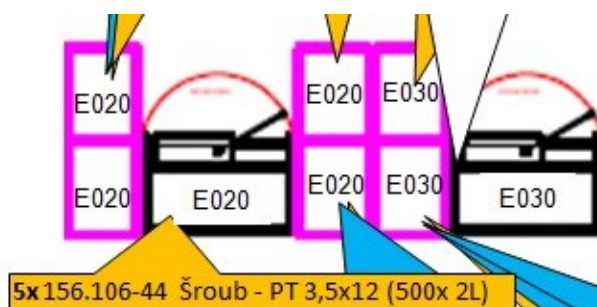
<b>Prac.</b>	číslo pracoviště
<b>Verze</b>	rozlišení verzí a variant zadních světlometů
<b>Číslo komponentu</b>	číslo a název dílu
<b>K<sub>s<sub>j</sub></sub></b>	počet potřebných dílů na výrobu jednoho světlometu
<b>Obal</b>	typ přepravního obalu
<b>Obal/K<sub>s<sub>j</sub></sub></b>	počet kusů v jednom obalu
<b>Z (h)</b> $\frac{\left(\frac{Obal/K_{s_j}}{K_{s_j}}\right) \times CT}{3600}$	zásoba materiálu v hodinách
<b>Z K<sub>s<sub>j</sub></sub> (1h)</b>	zásoba materiálu na 1 hodinu

Ve všech tabulkách jsou uvedené pouze komponenty pro levou stranu montážní linky (LH). Komponenty pro pravou stranu (RH) montážní linky nejsou v tabulce uvedené, z důvodu totožného materiálu, jen se používá pro pravou stranu.

## Legenda layoutů

Tabulka 2: *Legenda layoutů*

<b>Obdélníkový popis</b>	šipka určuje přiřazení materiálu k určitému pracovišti
<b>Barva pozadí</b>	pro jaký typ varianty patří komponent
<b>5x</b>	počet dílů na vyrobení jednoho světlometu
<b>156.106-44</b>	číslo dílu
<b>Šroub - PT 3,5x12</b>	název materiálu
<b>(500x 2L)</b>	500x - počet kusů v jednom obalu 2L - typ přepravního obalu
<b>2L</b>	druh obalu



Obrázek 8: *Legenda layoutů*

### 1.2.1 Volkswagen T6 Transporter

Zadní skupinové svítlny (ZSS) automobilu značky Volkswagen T6 Transporter již svou výrobní linku ve firmě mají. Ta je zatím umístěna v montážní hale v HAN, ale jak jsem už zmínil – firma své výrobní linky přesunuje do nově vybudované haly spolu s ostatními výrobními linkami (zmiňnými ve výčtu) do externí lokace HAN II.

Linka se skládá ze dvou stran, kde se vyrábí současně svítlny pro levou i pravou stranu karoserie automobilu. Každá strana se skládá ze 14 montážních pracovišť. Dvě pracoviště však mají obě strany společné, která obsahují vibrační svařování a temperující pec. Materiálový tok začíná na pracovišti E030, kde se vyrábí varianta 1 – LED světla. U dalších dvou variant – HKL a FLT, se používají jiné díly než u varianty 1, a proto začínají svoji výrobu na jiném pracovišti, jak je na layoutu vyznačeno odlišnými barvami. Komponenty, které se používají pro výrobu zadních skupinových světlů, se nacházejí v obalech. Používají se bedny (E1, E2, 2L, 3L) a rollkontejnery. Celá výrobní linka pro typ světlometů Volkswagen zahrnuje 10 pracovníků na 1 směnu (každá strana má pracovníků 5). Provoz této linky je tří směnný.

Dále rozpracovaný světlomet prochází přes jednotlivá pracoviště až k poslednímu – pracovišti E150, kde se hotový světlomet pečlivě zkontroluje a zabalí.

Tabulka 3 - Seznam komponentů VW T6 [14]

Prac.	Verze HKL		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E040	HKL	01	202.278-01 Vložený filtr - mlha LH	1	E1	140	2,92	1
E040	HKL	01/03	202.095-11 Maska vnější LH	1	Roll	88	1,83	1
E040	HKL	01	203.648-11 Sk.Pouzdra - pok LH	1	Roll	54	1,13	1
E040	HKL	02	203.648-12 Sk.Pouzdra - pok. LH	1	Roll	54	1,13	1
E060	HKL	01	184.148-27 Štítek LH	1	E2	3000	62,50	1
E060	HKL	03	184.148-29 Štítek LH	1	E2	3000	62,50	1
E070	HKL	01/03	202.086-01 Krycí sklo LH	1	E1	35	0,73	2
E075	HKL	01	201.666-01 Nosič žárovek (203.209-01)	1	E1	52	1,08	1
E075	HKL	all	008.246-21 Žárovka WY16W	1	E2	2000	41,67	1
E075	HKL	all	002.078-17 Žárovka P21/5W	1	box	100	2,08	1
E075	HKL	all	003.594-16 Žárovka W5W	2	E2	5000	52,08	1
E075	HKL	02/03	002.073-18 Žárovka P21W	1	E2	320	6,67	1
E075	HKL	01/04	008.417-00 Žárovka H21W	1	E2	1000	20,83	1
E075	HKL	02	201.666-02 Nosič žárovek (203.209-02) LH	1	E1	52	1,08	1
E075	HKL	04	201.666-04 Nosič žárovek (203.209-04) LH	1	E1	52	1,08	1
P250	HKL	01/03	203.090-01 Teplotní štít - mlha	1	E2	300	6,25	1

P250	HKL	01	202.090-01 Pouzdro nepokovené	1	Roll	54	1,13	1
P250	HKL	01/03	202.277-01 Vložený reflektor blinkr	1	E1	48	1,00	1
P250	HKL	01/03	203.643-01 Vložený reflektor brzda sk.	1	E1	48	1,00	1
P240	HKL	01/03	203.089-01 Teplotní štít - brzda	1	E2	300	6,25	1
P250	HKL	02/04	203.090-02 Teplotní štít - mlha	1	E2	300	6,25	1
P250	HKL	02	202.090-02 Pouzdro nepokovené	1	Roll	54	1,13	1
P250	HKL	02/04	202.277-02 Vložený reflektor blinkr	1	E1	48	1,00	1
P250	HKL	02/04	203.643-02 Vložený reflektor brzda sk.	1	E1	48	1,00	1
P240	HKL	02/04	203.089-02 Teplotní štít - brzda	1	E2	300	6,25	1
P250	HKL	03	202.090-03 Pouzdro nepokovené	1	Roll	54	1,13	1

Tabulka 4 - Seznam komponentů VW T6 [14]

Prac.	Verze HKL		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E040	FLT	01	202.961-11 Maska- Y	1	Roll	288	6,00	1
E040	FLT	01/02	202.962-00 Vložený filtr - mlha	1	E1	1001	20,85	1
E040	FLT	01	203.727-11 Sk.pouzdra - pokov.	1	Roll	54	1,13	1
E060	FLT	01	184.148-33 Štítek	1	E2	3000	62,50	1
E070	FLT	01	202.611-01 Krycí sklo	1	E1	35	0,73	2
E075	FLT	01/02	003.594-16 Žárovka W5W	2	E2	5000	52,08	1
E075	FLT	01/02	004.772-14 Žárovka P21/4W	1	E2	1000	20,83	1
E075	FLT	01/02	008.246-12 Žárovka W16W	2	E2	2000	20,83	1
E075	FLT	01/02	008.246-21 Žárovka WY16W	1	E2	2000	41,67	1
E075	FLT	01	202.288-01 Nosič žárovek (203.728-01)	1	E1	52	1,08	1
P250	FLT	01	202.612-01 Pouzdro	1	Roll	54	1,13	1
P250	FLT	01	202.959-01 Reflektor - mlha/konc	1	E1	210	4,38	1
P250	FLT	01	202.960-01 Reflektor - brzda	1	E1	150	3,13	1
P250	FLT	01/02	202.964-00 Teplotní štít brzda	1	E2	1500	31,25	1
P250	FLT	01/02	202.966-00 Teplotní štít zpátečka	1	E2	1500	31,25	1
P250	FLT	01/02	203.617-00 Teplotní štít mlha	1	E2	1500	31,25	1
E040	FLT	01	202.961-11 Maska- Y	1	Roll	288	6,00	1

Tabulka 5 - Seznam komponentů VW T6 [14]

Prac.	Verze LED		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E030	LED	all	184.975-00 Teplotní štít	1	E2	1800	37,50	1
E030	LED	01/03	202.883-11 Pouzdro-pokov. LH	1	Roll	54	1,13	1
E030	LED	01/03	202.889-01 Kabeláž-hlavní LH	1	E1	160	3,33	1
E040	LED	01	204.465-01 Sk.krycího rámu LH	1	Roll	88	1,83	1
E040	LED	03	204.465-03 Sk.krycího rámu LH	1	Roll	88	1,83	1
E050	LED	01/03	204.278-01 Sk.reflektoru-mlha LH	1	E1	30	0,63	2
E050	LED	01/03	204.466-01 Sk.reflektoru LED LH	1	Roll	240	5,00	1
E060	LED	01	184.148-31 Štítek LH	1	E2	3000	62,50	1
E060	LED	03	184.148-41 Štítek LH	1	E2	3000	62,50	1
E070	LED	01/03	202.882-01 Krycí sklo LH	1	E1	35	0,73	2
E120	LED	all	008.246-12 Žárovka W16W	1	E2	1000	20,83	1
E120	LED	all	008.246-21 Žárovka WY16W	1	E2	2000	41,67	1
P200	LED	01/03	202.884-11 Reflektor-Brzda/koncový	1	Roll	240	5,00	1



P200	LED	02/04	202.884-12 Reflektor-Brzda/koncový	1	Roll	240	5,00	1
P200	LED	03	202.885-03 Maska střed LH	1	E1	80	1,67	1
P200	LED	01	202.885-11 Maska střed LH	1	E1	80	1,67	1
P200	LED	01	202.886-11 Maska LH	1	Roll	88	1,83	1
P200	LED	03	202.886-13 Maska LH	1	Roll	88	1,83	1
P210	LED	01/03	204.263-01 Kabeláž-PCB1 LH	1	E1	542	11,29	1
P210	LED	01/03	204.265-01 Kabeláž-PCB2 LH	1	E1	1250	26,04	1
P230	LED	01/03	202.887-01 Vložený filtr - brzda LH	1	E1	420	8,75	1
P230	LED	02/04	202.887-03 Vložený filtr - brzda LH	1	E1	420	8,75	1
P230	LED	01/03	202.888-01 Vložený filtr - koncový LH	1	E1	42	0,88	2
P230	LED	01/03	202.912-11 Reflektor-Mhla/blinkr LH	1	E1	40	0,83	2
P230	LED	01/03	203.652-01 Teplotní štít-blinkr LH	1	E2	500	10,42	1



### 1.2.2 Škoda / Seat

Zadní skupinové svítilny (ZSS) automobilu značky Škoda / Seat, již svou výrobní linku ve firmě mají. Ta je zatím umístěna v montážní hale v HAN, ale jak jsem už zmínil – firma své výrobní linky přesunuje do nově vybudované haly spolu s ostatními výrobními linkami do externí lokace HAN II.

Jedná se o linku, která je navrhována tak, aby dokázala vyrábět jak svítilny pro automobil značky Škoda, tak i pro automobil značky Seat. Je to do značné míry zásluha podobnosti komponentů, ze kterých se svítilny skládají. Linka se skládá ze dvou stran, kde se vyrábí současně svítilny pro levou i pravou stranu karoserie automobilu. Každá strana se skládá ze 12 montážních pracovišť. Dvě pracoviště však mají obě strany společné, která obsahují vibrační svařování a temperující pec.

Materiálový tok je zde ve tvaru písmene U. V tomto případě nezačíná výroba jako u ostatních linek od nejmenšího čísla pracoviště, ale začíná výroba od pracoviště E110, E120, E130 E140 a dále E020 E030 v návaznosti až po pracoviště E100. Zde se provede pečlivá kontrola a balení. Celá výrobní linka pro typ světlometů Škoda / Seat zahrnuje 8 pracovníků na jednu směnu (každá strana má 4 pracovníky). Provoz této linky je třísměnný.

Varianty jsou na layoutu vyznačeny odlišnými barvami.

#### Varianty

- **Seat**

- **SE 251 basis** - part 1, part 2
- **SE 251 LED** - part 1, part 2

- **Škoda**

- **SK 371 basis**
- **SK 371 LED**
- **LED moduly** - part 1, part 2

Tabulka 6 - Seznam komponentů Seat 251 basis [14]

Prac.	Verze		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E030	P1	SE 251 basis	159.924-37 šroub PT	7	pap.krabice	10 000	34,13	1
E030	P1	SE 251 basis	162.624-00 těsnící	3	pap.krabice	50 000	398,15	1
E050	P1	SE 251 basis	184.887-01/02 sklo krycí	1	E1	90	2,15	1
E070	P1	SE 251 basis	184.896-01/02 držák	1	E1	84	2,01	1
E070	P1	SE 251 basis	002.078-12 žárovka ECE	2	bedna/blistr	320	3,82	1

E070	P1	SE 251 basis	006.841-00 žárovka 37-	1	bedna/blistr	600	14,33	1
E070	P1	SE 251 basis	184.892-01/02 těsnění	1	pap.krabice	352	8,41	1
E080	P1	SE 251 basis	165.997-00 distanční	1	pap.krabice	100 000	2388,89	1
E140	P1	SE 251 basis	184.895-11/12 pouzdro	1	Roll	96	2,29	1
E140	P1	SE 251 basis	184.891-11/12 rám krycí	1	Roll	160	3,82	1
E140	P1	SE 251 basis	184.889-01/02 optický	1	E1	36	0,86	2
E020	P2	SE 251 basis	184.975-00 plech tepelný	1	E2	1 800	43,00	1
E020	P2	SE 251 basis	184.976-01/02 optický	1	E1	112	2,68	1
E030	P2	SE 251 basis	159.924-37 šroub PT	4	pap.krabice	10 000	59,72	1
E030	P2	SE 251 basis	162.624-00 těsníci	3	pap.krabice	50 000	398,15	1
E050	P2	SE 251 basis	184.897-01/02 sklo krycí	1	E1	140	3,34	1
E070	P2	SE 251 basis	184.910-01/02 držák	1	E1	438	10,46	1
E070	P2	SE 251 basis	002.073-16 žárovka ECE	2	bedna/blistr	800	9,56	1
E070	P2	SE 251 basis	002.071-17 žárovka 37-	1	bedna/blistr	800	19,11	1
E070	P2	SE 251 basis	184.904-01/02 těsnění	1	pap.krabice	352	8,41	1
E080	P2	SE 251 basis	165.997-00 distanční	3	pap.krabice	100 000	796,30	1
E140	P2	SE 251 basis	184.899-11/12 pouzdro	1	Roll	264	6,31	1
E140	P2	SE 251 basis	184.902-11/12 rám krycí	1	Roll	270	6,45	1
E140	P2	SE 251 basis	184.903-01/02 optický	1	E1	200	4,78	1

Tabulka 7 - Seznam komponentů Seat 251 LED [14]

Prac.	Verze		Číslo komponentu	K <sub>s<sub>j</sub></sub>	Obal	Obal/ K <sub>s<sub>j</sub></sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z K <sub>s<sub>j</sub></sub> (1h)
E030	P1	SE 251 LED	159.924-37 šroub PT	7	pap.krabice	10 000	34,13	1
E030	P1	SE 251 LED	162.624-00 těsníci	3	pap.krabice	50 000	398,15	1
E050	P1	SE 251 LED	184.887-01/02 sklo krycí	1	E1	90	2,15	1
E070	P1	SE 251 LED	184.896-01/02 držák	1	E1	84	2,01	1
E070	P1	SE 251 LED	006.841-00 žárovka 37-	1	bedna/blistr	600	14,33	1
E070	P1	SE 251 LED	184.892-01/02 těsnění	1	pap.krabice	352	8,41	1
E080	P1	SE 251 LED	165.997-00 distanční	1	pap.krabice	100 000	2388,89	1
E140	P1	SE 251 LED	184.895-11/12 pouzdro	1	Roll	96	2,29	1
E140	P1	SE 251 LED	184.891-11/12 rám krycí	1	Roll	160	3,82	1
E140	P1	SE 251 LED	203.366-01/02 LED	1	Roll	192	4,59	1
E020	P2	SE 251 LED	184.975-00 plech tepelný	1	E2	1 800	43,00	1
E030	P2	SE 251 LED	159.924-37 šroub PT	4	pap.krabice	10 000	59,72	1
E030	P2	SE 251 LED	162.624-00 těsníci	3	pap.krabice	50 000	398,15	1
E050	P2	SE 251 LED	184.897-01/02 sklo krycí	1	E1	140	3,34	1
E070	P2	SE 251 LED	184.910-01/02 držák	1	E1	438	10,46	1
E070	P2	SE 251 LED	002.073-16 žárovka ECE	2	bedna/blistr	800	9,56	1
E070	P2	SE 251 LED	184.904-01 těsnění	1	pap.krabice	352	8,41	1
E080	P2	SE 251 LED	165.997-00 distanční	3	pap.krabice	100 000	796,30	1
E140	P2	SE 251 LED	184.899-11/12/13/14	1	Roll	264	6,31	1
E140	P2	SE 251 LED	184.902-11/12 rám krycí	1	Roll	270	6,45	1
E140	P2	SE 251 LED	184.976-01/02 optický	1	E1	112	2,68	1
E140	P2	SE 251 LED	203.368-01/02 LED	1	E1	64	1,53	1

Tabulka 8 - Seznam komponentů Škoda 371 basis, LED [14]

Prac.	Verze		Číslo komponentu	K <sub>s<sub>j</sub></sub>	Obal	Obal/ K <sub>s<sub>j</sub></sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z K <sub>s<sub>j</sub></sub> (1h)
E020		SK 371 basis	184.768-11/12 pouzdro	1	Roll	63	1,51	1
E020		SK 371 basis	187.056-01/02 clonka	1	E1	2 000	47,78	1

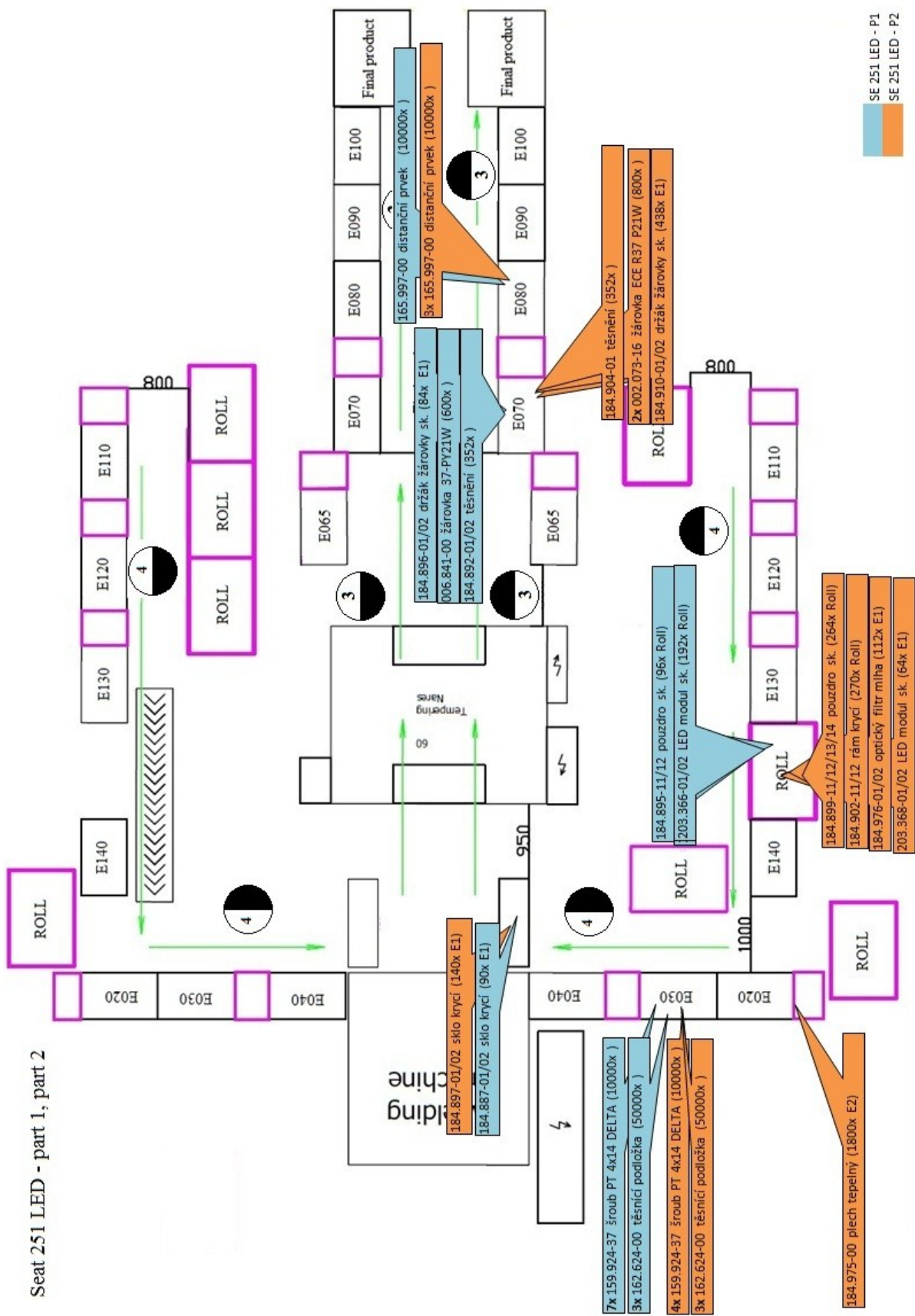
E020		SK 371 basis	187.052-01/02 clonka	1	E1	2 000	47,78	1
E020		SK 371 basis	184.297-00 plech tepelný	1	E2	500	11,94	1
E020		SK 371 basis	184.298-01/02 plech	1	E2	270	6,45	1
E020		SK 371 basis	187.905-00 plech tepelný	1	E2	350	8,36	1
E030		SK 371 basis	187.338-44 šroub PT	3	pap.krabice	5 000	39,81	1
E050		SK 371 basis	184.139-01/02 sklo krycí	1	E1	21	0,50	2
E065		SK 371 basis	184.145-01/02 nosič	1	E1	32	0,76	2
E065		SK 371 basis	002.073-18 žárovka ECE	2	bedna/blistr	320	3,82	1
E065		SK 371 basis	003.594-16 žárovka R37-	2	bedna/blistr	5 000	59,72	1
E065		SK 371 basis	184.147-00 těsnění	1	pap.krabice	2 000	47,78	1
E065		SK 371 basis	008.417-00 žárovka	1	bedna/blistr	1 000	23,89	1
E065		SK 371 basis	006.841-00 žárovka 37	1	bedna/blistr	600	14,33	1
E070		SK 371 basis	159.081-44 PT šroub	5	pap.krabice	2 500	11,94	1
E070		SK 371 basis	184.146-01/02 vodiče sk.	1	E1	500	11,94	1
E080		SK 371 basis	165.997-00 distanční	2	pap.krabice	100 000	1194,44	1
E110		SK 371 basis	184.141-01/02 filtr	1	Roll	560	13,38	1
E110		SK 371 basis	186.567-11/12 maska	1	Roll	88	2,10	1
E120		SK 371 basis	184.143-11/12 rám krycí	1	Roll	88	2,10	1
E020		SK 371 LED	186.784-11/12 pouzdro	1	Roll	63	1,51	1
E020		SK 371 LED	184.298-01/02 plech	1	E2	270	6,45	1
E020		SK 371 LED	187.905-00 plech tepelný	1	E2	350	8,36	1
E030		SK 371 LED	187.338-44 šroub PT	7	pap.krabice	5 000	17,06	1
E030		SK 371 LED	185.354-01/02 maska	1	Roll	88	2,10	1
E050		SK 371 LED	184.139-01/02 sklo krycí	1	E1	21	0,50	2
E065		SK 371 LED	185.357-01/02 nosič	1	E1	32	0,76	2
E065		SK 371 LED	002.073-18 žárovka ECE	1	bedna/blistr	320	7,64	1
E065		SK 371 LED	184.147-00 těsnění	1	pap.krabice	2 000	47,78	1
E065		SK 371 LED	008.417-00 žárovka	1	bedna/blistr	1 000	23,89	1
E065		SK 371 LED	006.841-00 žárovka 37	1	bedna/blistr	600	14,33	1
E070		SK 371 LED	159.081-44 PT šroub	4	pap.krabice	2 500	14,93	1
E080		SK 371 LED	165.997-00 distanční	2	pap.krabice	100 000	1194,44	1
E110		SK 371 LED	185.314-01/02 světlovod	1	E1	110	2,63	1
E110		SK 371 LED	185.316-11/12 reflektor	1	Roll	88	2,10	1
E110		SK 371 LED	185.313-01/02 světlovod	1	E1	60	1,43	1
E120		SK 371 LED	184.195-01/02 deska PCB	1	E1	204	4,87	1
E130		SK 371 LED	159.629-33 PT šroub	3	pap.krabice	10 000	79,63	1
E130		SK 371 LED	184.197-01/02 deska PCB	1	E1	152	3,63	1
E130		SK 371 LED	185.356-01/02 vodiče sk.	1	E1	700	16,72	1
E140		SK 371 LED	185.353-01/02 maska	1	Roll	88	2,10	1
E020	P1	LED modul	203.367-01/02 filtr podsk.	2	Roll	192	2,29	1
E020	P1	LED modul	198.052-01/02 reflektor	2	E1	40	0,48	3
E020	P1	LED modul	202.454-01/02 řídící	2	E1	48	0,57	2
E030	P1	LED modul	198.367-00 vodiče sk.	2	pap.krabice	600	7,17	1
E030	P1	LED modul	202.454-01/02 řídící	2	E1	48	0,57	2
E030	P1	LED modul	159.629-33 PT šroub	4	pap.krabice	10 000	59,72	1
E020	P2	LED modul	198.053-01/02 filtr 2K	2	E1	192	2,29	1
E020	P2	LED modul	198.054-01/02 reflektor	2	E1	180	2,15	1
E020	P2	LED modul	198.099-01/02 deska	2	E1	200	2,39	1
E040	P2	LED modul	198.368-00 vodiče	2	pap.krabice	600	7,17	1

Seat 251 basis - part 1, part 2

SE 251 BASIS - P1  
SE 251 BASIS - P2

Obrázek 10: Layout Seat 25I basis - part 1, part 2





Obrázek 11: Layout Seat 251 LED - part 1, part 2





### 1.2.3 Jaguar X760

Automobil značky Jaguar X760 již svou výrobní linku zadních skupinových světlů ve firmě má. Ta je zatím umístěna v montážní hale v HAN. Firma své výrobní linky přesunuje do nově vybudované haly spolu s ostatními výrobními linkami a to do externí lokace HAN II.

Linka se skládá ze dvou stran, kde se vyrábí současně světlů jak pro levou, tak i pravou stranu karoserie automobilu. Každá strana se skládá ze 13 montážních pracovišť. Dvě pracoviště však mají obě strany společné, která obsahují vibrační svařování a temperující pec. Materiálový tok začíná na pracovišti E020, kde se vyrábí světlomety part 1 - 951. U druhého part 2 - 958, se používají jiné díly než u partu 1, a proto výroba začíná na pracovišti E040. První pracoviště E020 a E030 se v tomto případě nepoužijí. Celá výrobní linka pro typ světlometů Jaguar X760 zahrnuje 10 pracovníků na jednu směnu (každá strana má pracovníků 5). Provoz této linky je dvou směnný.

#### Verze

- Part 1 - 951
- Part 2 - 958

Tabulka 9 - Seznam komponentů Jaguar - part 1 [14]

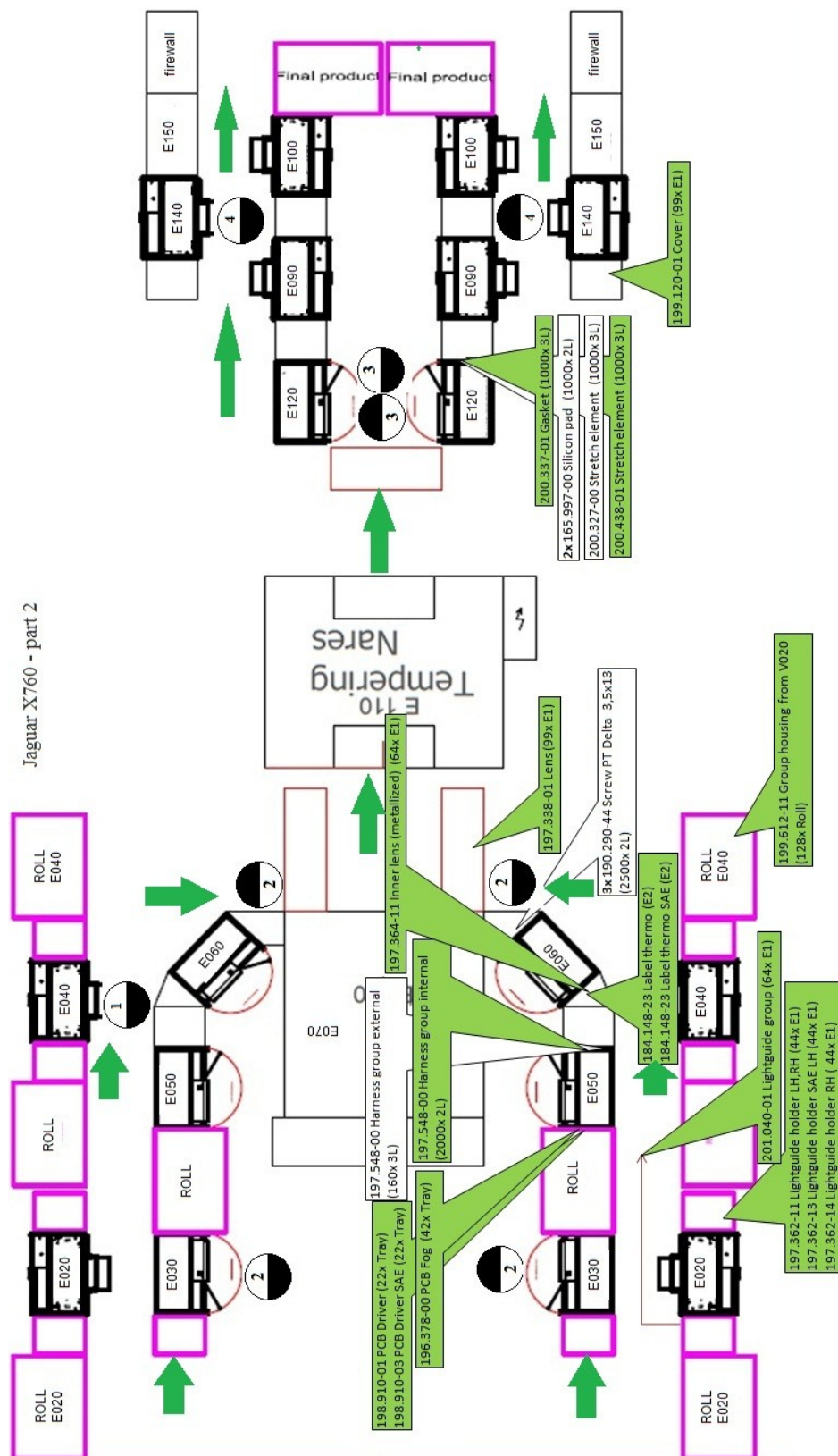
Prac.	Verze P1		Číslo komponentu	K <sub>s</sub> <sub>j</sub>	Obal	Obal/ K <sub>s</sub> <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z K <sub>s</sub> <sub>j</sub> (1h)
E020	951	01	197.356-11 Reflector LH (metallized)	1	E1	36	0,86	2
E020	951	03	197.356-13 Reflector LH (metallized)	1	E1	36	0,86	2
E020	951	01/02	200.326-00 Heat shield -	2	3L	500	5,97	1
E020	951	03/04	200.326-00 Heat shield -	1	3L	500	11,94	1
E020	951	01/03	197.354-11 Lightguide holder LH	1	Roll	160	3,82	1
E020	951	all	200.325-00 Heat shield - STOP Left	1	3L	500	11,94	1
E030	951	01/03	201.039-01 Lightguide group LH	1	E1	32	0,76	2
E030	951	all	140.780-37 Screw PT Torx 4x10	3	2L	2500	19,91	1
E040	951	01/03	197.359-11 Inner lens LH (metallized)	1	Roll	80	1,91	1
E040	951	01/03	197.357-01 Reflex rear LH	1	E1	195	4,66	1
E040	951	01/03	197.358-01 Reflex side LH	1	E1	180	4,30	1
E040	951	all	824.010-02 Folie thermo	0,015	E1	4	6,37	1
E050	951	01/03	199.610-01 GROUP - Housing from	1	Roll	96	2,29	1
E050	951	01/02	197.361-00 Harness group external	1	E1	139	3,32	1
E050	951	03/04	197.361-01 Harness group external	1	E1	139	3,32	1
E050	951	all	008.246-00 Bulb W16W	3	3L	2000	15,93	1
E050	951	01/02	008.246-20 Bulb WY16W	1	3L	2000	47,78	1
E060	951	all	190.290-44 Screw PT Delta 3,5x13	5	2L	2500	11,94	1
E070	951	01/03	197.335-11 Lens LH	1	E1	60	1,43	1

E120	951	01/03	200.336-01 Gasket LH	1	3L	1000	23,89	1
E120	951	all	165.997-00 Silicon pad	1	2L	1000	23,89	1
V030	951	01/03	197.355-01 Lightguide tail LH	1	E1	98	2,34	1
V030	951	01/03	196.370-01 PCB Tail LH + 197.089-01	1	Tray	24	0,57	2
V030	951	02/04	196.370-02 PCB Tail LH + 197.089-02	1	Tray	24	0,57	2
V030	951	01/02/03/04	197.360-00 Harness group internal	1	3L	2000	47,78	1

Tabulka 10 - *Seznam komponentů Jaguar - part 2* [14]

Prac.	Verze P2		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E050	958	01/03	201.040-01 Lightguide group LH	1	E1	64	1,17	1
E050	958	01	197.362-11 Lightguide holder LH	1	E1	44	0,81	2
E050	958	03	197.362-13 Lightguide holder LH SAE	1	E1	44	0,81	2
E050	958	01	198.910-01 PCB Driver LH	1	Tray	22	0,40	3
E050	958	03	198.910-03 PCB Driver LH (SAE)	1	Tray	22	0,40	3
E050	958	01/04	196.378-00 PCB Fog	1	Tray	42	0,77	2
E050	958	all	197.548-00 Harness group external	1	3L	160	2,93	1
E050	958	01/04	197.365-00 Harness group internal	1	2L	2000	36,67	1
E060	958	01/03	199.612-11 Group housing from V020	1	Roll	128	2,35	1
E060	958	01/03	197.364-11 Inner lens (metallized) LH	1	E1	64	1,17	1
E060	958	all	190.290-44 Screw PT Delta 3,5x13	3	2L	2500	15,28	1
E070	958	01/03	197.338-01 Lens LH	1	E1	99	1,82	1
E120	958	01/03	200.337-01 Gasket LH	1	3L	1000	18,33	1
E120	958	all	165.997-00 Silicon pad	2	2L	1000	9,17	1
E120	958	all	200.327-00 Stretch element	1	3L	1000	18,33	1
E120	958	01/03	200.438-01 Stretch element LH	1	3L	1000	18,33	1
E140	958	01/03	199.120-01 Cover LH	1	E1	99	1,82	1
V020	958	01/02/03/04	199.398-44 Stud M5x20x35,4	2	2L	500	4,58	1
V030	958	01/03	197.363-01 Lightguide LH	1	E1	52	0,95	2
V030	958	01/03	196.372-01 PCB Tail LH	1	Tray	88	1,61	1





Obrázek 14: *Layout Jaguar X760 - part 2*

### **1.2.4 Audi A3**

Společnost chce rozšířit svoji výrobu o zadní skupinové svítlny automobilu značky Audi A3. Montážní linka je zcela nová a je kompletně v návrhu. Pro rozmanitost komponentů, značnou složitost a požadovaného velkého objemu výroby se budou svítlny vyrábět na dvou samostatných linkách.

Jedna se bude zabývat montáží partu 1 a druhá montáží partu 2. Part 1 je svítlna, která je umístěna na karoserii automobilu. Part 2 je svítlna, která je umístěna na kufru automobilu. Oba tyto party tvoří jedno zadní skupinové světlo. Tyto dvě linky však ve staré hale HAN kvůli nedostačujícímu prostoru nemohou fungovat. Z toho vyplývá fakt, že firma potřebuje pro svou výrobu více místa, a proto vyčlenila novou výrobní jednotku HAN II, která se aktuálně buduje.

#### **1. Linka - PART 1**

Výrobní linka se skládá ze 14 montážních pracovišť pro obě strany linky. Dvě pracoviště však mají obě strany společné, která obsahují vibrační svařování a temperující pec. Materiálový tok začíná na pracovišti E010, kde se využívají materiály s beden E1. Dále rozpracovaný světlomet prochází přes jednotlivá pracoviště, kde se montují komponenty, jak z beden (E1, E2, 2L, 3L), tak i z rollkontejnerů, až k poslednímu – pracovišti E140, kde se hotový světlomet pečlivě zkontroluje a opatří krycí fólií.

Celá výrobní linka - PART 1 pro typ světlometů Audi zahrnuje 10 pracovníků na 1 směnu (každá strana má pracovníků 5). Provoz této linky je 24 hodin denně (12 hodinové směny).

#### **2. Linka - PART 2**

Linka má o jedno pracoviště navíc než u linky - part1. Každá strana se skládá totiž z 15 montážních pracovišť. Dvě pracoviště však mají obě strany společné - vibrační svařování a temperující pec. Výroba začíná na pracovišti E020, kde jsou potřeba komponenty z beden E1. Rozpracované světlo postupuje až k poslednímu pracovišti E160. Na tomto pracovišti se světlo pečlivě zkontroluje a opatří krycí fólií a tím je světlo kompletní a připraveno k odvozu do expedičních míst.

V tabulkách jak už jsem zmínil je podrobný popis materiálu a na layoutu jsou vyznačeny komponenty a pro různé verze vyznačeny odlišnými barvami.

Celá výrobní linka - PART 2 pro typ světlometů Audi zahrnuje 10 pracovníků na 1 směnu (každá strana má pracovníků 5). Provoz této linky je 24 hodin denně (12 hodinové směny).

#### **Svítilny se dělí na:**

- Part 1 - světlo umístěno na karoserii automobilu
- Part 2 - světlo umístěno na kufru automobilu

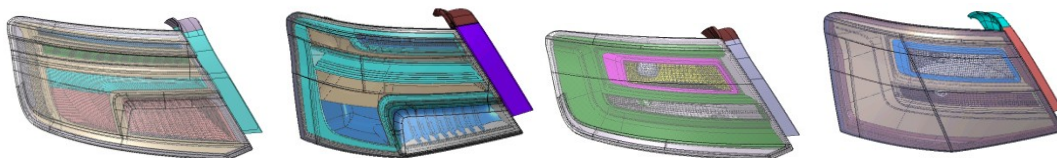
#### **Čtyři verze svítilen:**

- 370 Low
- 373 Low
- 370 High
- 373 High

Low - nižší verze s klasickými žárovkami

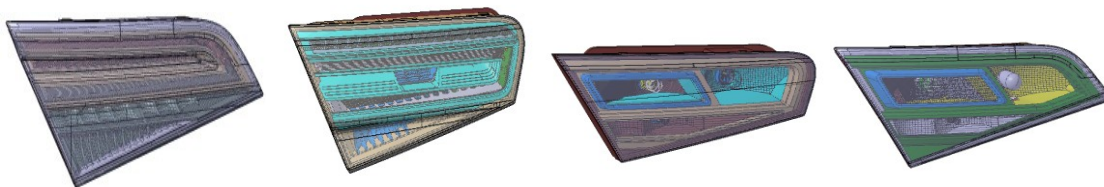
High - vyšší verze plně ledková svítlna

#### **Part 1**



Obrázek 15: *Svítilny vyráběné na lince part 1* [14]

#### **Part 2**



Obrázek 16: *Svítilny vyráběné na lince part 2* [14]

Tabulka 11 - Seznam komponentů Audi A3 - part 1 [14]

Prac.	Verze P1		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E010	370	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	2	2l	500	4,9	1
E010	370	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	2	2l	500	4,9	1
E010	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	3	2l	500	3,3	1
E010	373	High	209.037-11 REFLECTOR TAIL LH	1	E1	21	0,4	3
E010	373	High	209.038-11 REFLECTOR TURN LH	1	E1	98	1,9	1
E010	373	High	209.041-11 REFLECTOR TAIL LH	1	E1	84	1,6	1
E010	370	High	209.144-11 REFLECTOR TAIL LH	1	E1	24	0,5	3
E010	370	High	209.146-11 REFLECTOR TURN LH	1	E1	144	2,8	1
E010	370	High	209.154-11 REFLECTOR TAIL/STOP LH	1	E1	24	0,5	3
E010	373	High	209.421-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E010	373	High	209.423-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E010	373	High	209.423-03 PCB REFLOW-GR LH (SAE)	1	Tray	40	0,8	2
E010	373	High	209.423-05 PCB REFLOW-GR LH (China)	1	Tray	40	0,8	2
E010	370	High	209.495-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	120	2,3	1
E010	370	High	209.498-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	370/373	Low	170.192-00 HEAT DEFLECTION	1	E1	200	3,9	1
E020	373	High	209.036-11 REFLECTOR STOP LH	1	E1	18	0,4	3
E020	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	1	2l	500	9,8	1
E020	373	Low	209.090-11 REFLECTOR TAIL/STOP LH	1	E1	30	0,6	2
E020	370	Low	209.207-11 REFLECTOR LH (metallized)	1	E1	30	0,6	2
E020	370	High	209.425-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	373	High	209.428-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	370	High	209.480-00 HARNESS GR 2 AU370 HIGH	1	E1	75	1,5	1
E030	370	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	3	2l	500	3,3	1
E030	370/373	Low	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	2	2l	500	4,9	1
E030	373	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	6	2l	500	1,6	1
E030	373	High	209.048-01 HOUSING INJECTION	1	Roll	96	1,9	1
E030	370	High	209.445-01 HOUSING INJECTION	1	Roll	96	1,9	1
E030	373	Low	209.477-11 HOUSING INJECTION	1	Roll	96	1,9	1
E030	370	Low	209.482-11 HOUSING INJECTION	1	Roll	48	0,9	2
E030	373	High	209.178-00 HARNESS GR 2 AU373 HIGH	1	E1	100	2,0	1
E030	373	High	209.201-00 HARNESS GR 2 AU373 HIGH	1	E1	75	1,5	1
E050	370	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	4	2l	500	2,4	1
E050	370	Low	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	4	2l	500	2,4	1
E050	373	Low	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	4	2l	500	2,4	1
E050	373	High	209.034-11 DESIGN BEZEL LH	1	Roll	88	1,7	1
E050	370	High	209.143-11 DESIGN BEZEL LH	1	Roll	88	1,7	1
E050	373	Low	210.217-01 FINISHER MOUNTING	1	Roll	88	1,7	1
E050	370	Low	210.257-01 FINISHER MOUNTING	1	Roll	88	1,7	1
E050	370/373	High	209.200-00 HARNESS GR 1 AU37x HIGH	1	E1	75	1,5	1
E050	370/373	High	209.200-01 HARNESS GR 1 AU37x HIGH	1	E1	75	1,5	1
E050	370/373	High	209.200-10 HARNESS GR 1 AU37x HIGH	1	E1	75	1,5	1
E070	373	High	209.033-01 LENS LH	1	E1	41	0,8	2
E070	373	High	209.033-03 LENS LH (SAE)	1	E1	41	0,8	2
E070	373	Low	209.087-01 LENS LH	1	E1	41	0,8	2
E070	370	High	209.141-01 LENS LH	1	E1	41	0,8	2
E070	370	Low	209.199-01 LENS LH	1	E1	41	0,8	2
E080	370/373	Low	008.246-20 BULB ECE R37 WY16W LL	1	Tray	340	6,6	1
E080	370/373	Low	008.892-12 FILAMENT BULB 21W	1	Tray	1200	23,4	1
E080	373	Low	209.093-01 BULB CARRIER GROUP LH	1	E1	100	2,0	1
E080	370	Low	209.210-01 BULB CARRIER GROUP LH	1	E1	100	2,0	1

E090	370/373	High	246.822-44 NUT M6	1	3l	500	9,8	1
E090	370/373	Low	246.822-44 NUT M6	1	3l	500	9,8	1
E090	370/373	High	907.162-00 VENTING COVER	2	3l	500	4,9	1
E090	370/373	Low	907.162-00 VENTING COVER	2	3l	500	4,9	1
E100	373	High	209.042-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	30	0,6	2
E100	373	Low	209.099-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E100	370	High	209.155-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E100	370	Low	209.209-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E100	370/373	Low	166.957-00 GASKET	1	3l	500	9,8	1
E100	370/373	Low	171.024-00 SPACER	1	2l	300	5,9	1
E110	370/373	Low	210.083-00 FIXING ELEMENT	1	3l	500	9,8	1
E100	370/373	High	166.957-00 GASKET	1	3l	500	9,8	1
E100	370/373	High	171.024-00 SPACER	1	2l	300	5,9	1
E110	370/373	High	210.083-00 FIXING ELEMENT	1	3l	500	9,8	1
V020	373	Low	209.088-11 CARRIER FRAME LH	1	E1	180	3,5	1
V020	370	Low	209.205-11 CARRIER FRAME LH	1	E1	160	3,1	1
V020	373	Low	209.089-11 DESIGN BEZEL LH	1	Roll	88	1,7	1
V020	370	Low	209.204-11 DESIGN BEZEL LH	1	Roll	88	1,7	1



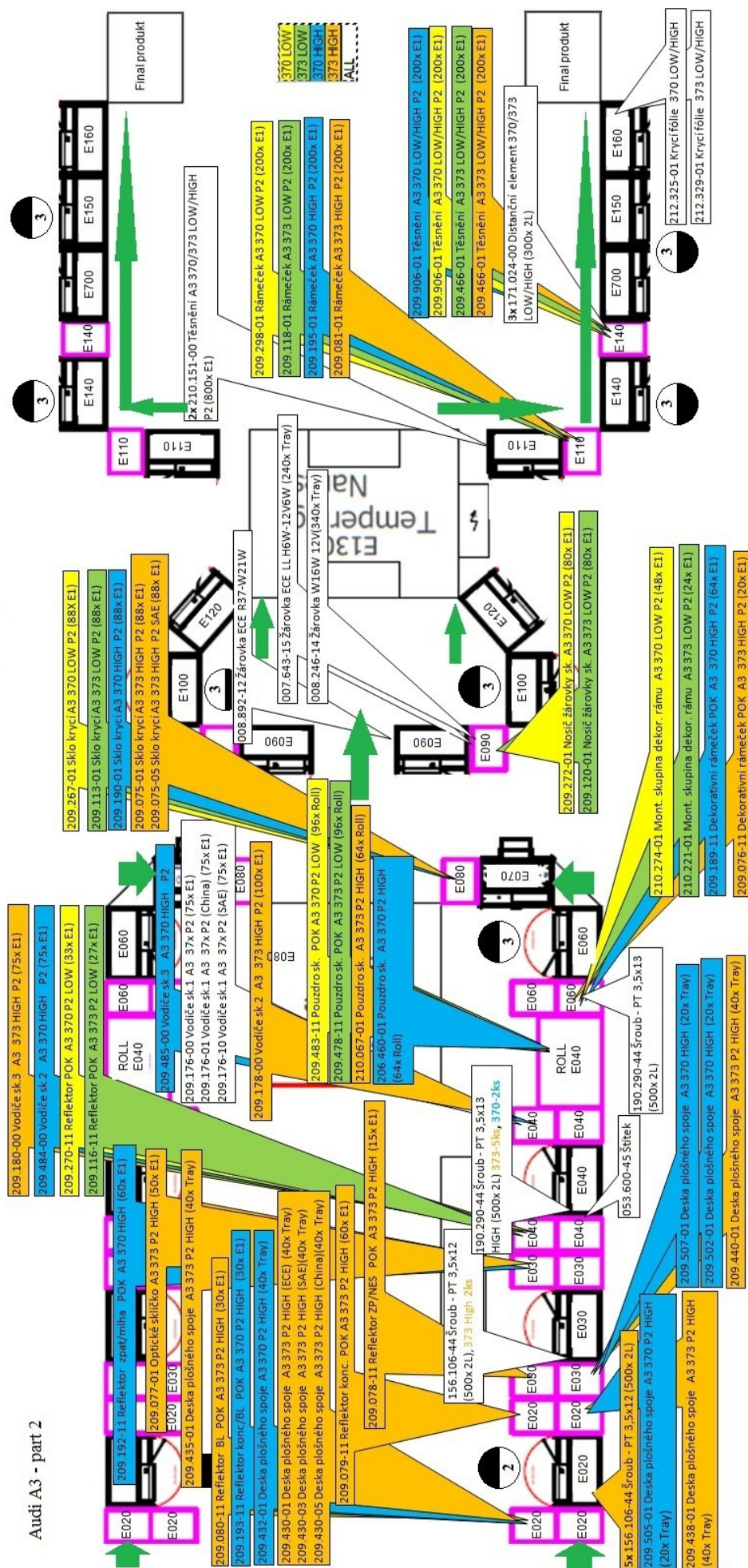


Tabulka 12 - Seznam komponentů Audi A3 - part 2 [14]

Prac.	Verze P2		Číslo komponentu	Ks <sub>j</sub>	Obal	Obal/ Ks <sub>j</sub>	Z <sub>max</sub> (h)	Z Ks <sub>j</sub> (1h)
E020	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	3	2l	500	3,3	1
E020	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	2	2l	300	2,9	1
E020	373	High	209.079-11 REFLECTOR STOP LH	1	E1	60	1,2	1
E020	373	High	209.080-11 REFLECTOR TURN LH	1	E1	30	0,6	2
E020	370	High	209.193-11 REFLECTOR TAIL/TURN LH	1	E1	30	0,6	2
E020	373	High	209.430-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	373	High	209.430-03 PCB REFLOW-GR LH (SAE)	1	Tray	40	0,8	2
E020	373	High	209.430-05 PCB REFLOW-GR LH China)	1	Tray	40	0,8	2
E020	370	High	209.432-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	373	High	209.438-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E020	370	High	209.505-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	20	0,4	3
E030	373	High	209.077-01 OPTIC LENS LH	1	E1	50	1,0	2
E030	373	High	209.078-11 REFLECTOR BACK-UP/NES	1	E1	15	0,3	4
E030	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	1	2l	500	9,8	1
E030	370	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	1	2l	500	9,8	1
E030	373	High	156.106-44 PT-SCREW 3.5X12	2	2l	500	4,9	1
E030	370	High	209.192-11 REFLECTOR BACK-UP/FOG	1	E1	60	1,2	1
E030	373	High	209.435-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E030	373	High	209.440-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	40	0,8	2
E030	370	High	209.502-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	20	0,4	3
E030	370	High	209.507-01 PCB REFLOW-GR LH	1	Tray	20	0,4	3
E040	373	Low	209.116-11 REFLECTOR LH (metallized)	1	E1	27	0,5	2
E040	370	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	2	2l	500	4,9	1
E040	373	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	5	2l	500	2,0	1
E040	370	High	209.176-00 HARNESS GR 1 AU37x P2 (RV	1	E1	75	1,5	1
E040	373	High	209.176-01 HARNESS GR 1 AU37x P2 (RV	1	E1	75	1,5	1
E040	373	High	209.178-00 HARNESS GR 2 AU373 HIGH	1	E1	100	2,0	1
E040	373	High	209.180-00 HARNESS GR 3 AU373 HIGH	1	E1	75	1,5	1
E040	370	High	209.460-01 HOUSING SCREW GROUP 1	1	Roll	64	1,2	1
E040	373	Low	209.478-11 HOUSING SCREW GROUP LH	1	Roll	96	1,9	1
E040	370	Low	209.483-11 HOUSING SCREW GROUP LH	1	Roll	96	1,9	1
E040	373	High	210.067-01 HOUSING SCREW GROUP LH	1	Roll	64	1,2	1
E040	370	Low	209.270-11 REFLECTOR LH (metallized)	1	E1	33	0,6	2
E040	370	High	209.484-00 HARNESS GR 2 AU370 HIGH	1	E1	75	1,5	1
E040	370	High	209.485-00 HARNESS GR 3 AU370 HIGH	1	E1	75	1,5	1
E060	373	High	209.076-11 DESIGN BEZEL LH	1	E1	20	0,4	3
E060	370	High	209.189-11 DESIGN BEZEL LH	1	E1	64	1,2	1
E060	370	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	2	2l	500	4,9	1
E060	370/373	Low	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	4	2l	500	2,4	1
E060	373	High	190.290-44 PT-SCREW DELTA 3.5X13	3	2l	500	3,3	1
E060	373	Low	210.221-01 FINISHER MOUNTING	1	E1	24	0,5	3
E060	370	Low	210.274-01 FINISHER MOUNTING	1	E1	48	0,9	2
E080	373	High	209.075-01 LENS LH	1	E1	88	1,7	1
E080	373	High	209.075-05 LENS LH (SAE)	1	E1	88	1,7	1
E080	373	Low	209.113-01 LENS LH	1	E1	88	1,7	1
E080	370	High	209.190-01 LENS LH	1	E1	88	1,7	1
E080	370	Low	209.267-01 LENS LH	1	E1	88	1,7	1
E090	370/373	Low	007.643-15 BULB ECE-R 37-H6W-12V6W	1	Tray	240	4,7	1
E090	370/373	Low	008.246-14 BULB W16W LL 921K 12V	1	Tray	340	6,6	1
E090	370/373	Low	008.892-12 FILAMENT BULB 21W	1	Tray	1200	23,4	1

E090	373	Low	209.120-01 BULB CARRIER GROUP LH	1	E1	80	1,6	1
E090	370	Low	209.272-01 BULB CARRIER GROUP LH	1	E1	80	1,6	1
E110	373	High	209.081-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E110	373	Low	209.118-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E110	370	High	209.195-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E110	370	Low	209.298-01 GREY ZONE BEZEL LH	1	E1	200	3,9	1
E110	370/373	Low	210.151-00 GASKET	2	E1	800	7,8	1
E110	370/373	High	210.151-00 GASKET	2	E1	800	7,8	1
E140	373	High	209.466-01 GASKET LH	1	E1	200	3,9	1
E140	373	Low	209.466-01 GASKET LH	1	E1	200	3,9	1
E140	370/373	Low	171.024-00 SPACER	3	2l	300	2,0	1
E140	370/373	High	171.024-00 SPACER	3	2l	300	2,0	1
E140	370	High	209.906-01 GASKET LH	1	E1	200	3,9	1
E140	370	Low	209.906-01 GASKET LH	1	E1	200	3,9	1
V020	373	Low	159.408-44 STUD M5X14X26	3	3l	1500	9,8	1
V020	370	Low	159.408-44 STUD M5X14X26	3	3l	1500	9,8	1
V020	373	High	159.408-44 STUD M5X14X26	3	3l	1500	9,8	1
V020	370	High	159.408-44 STUD M5X14X26	3	3l	1500	9,8	1
V020	373	High	209.082-01 HOUSING LH	1	Roll	64	1,2	1
V020	373	Low	209.117-01 HOUSING LH	1	Roll	96	1,9	1
V020	370	High	209.194-01 HOUSING LH	1	Roll	128	2,5	1
V020	370	Low	209.271-01 HOUSING LH	1	Roll	128	2,5	1
V030	373	Low	209.114-11 CARRIER FRAME LH	1	E1	180	3,5	1
V030	373	Low	209.115-11 DESIGN BEZEL LH	1	E1	24	0,5	3
V030	370	Low	209.268-11 DESIGN BEZEL LH	1	E1	48	0,9	2
V030	370	Low	209.269-11 CARRIER FRAME LH	1	E1	160	3,1	1





Obrázek 18: Layout Audi A3 - part 2

## 2 Návrh strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale

U návrhu strategie pohybu je důležité zjistit jaký má linka takt, kolik je schopná vyprodukovat kusů svítilen za rok, určit kolik materiálu bude potřeba na jednotlivých linkách, kolik balení a jak často se budou měnit zásoby na jednotlivých pracovištích a ve spádových regálech.

### 2.1 Montážní systémy - Výstupy montážních linek

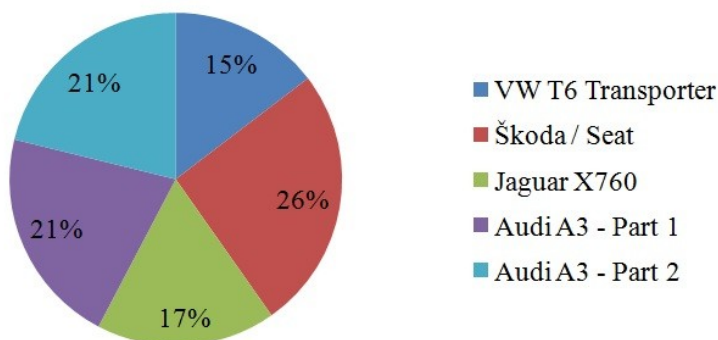
Jakmile je stanoven takt linky, můžou se určit nejúčinnější komplexní činnosti a postupy. Je brán zřetel na kvalitu, bezpečnost, množství, a náklady. Pro každou obsluhu stroje by měla být přidělena stálá optimální zátěž. Pokud snížíme takt linky, práce je více efektivní ale je zapotřebí více pracovníků, kteří si práci rozdělí a každý zpracovává užší rozsah práce. Pokud chceme dosáhnout méně pracovníků u linky, musíme takt linky zvýšit. Nejlepším řešením je kompromis mezi těmito variantami. [5]

Tabulka 13: Výkon montážních linek [14]

Název montážní linky	Takt montážní linky [s]	Výkon montážní linky [ks/rok]
VW T6 Transporter	75 s	414 720 ks/rok
Škoda / Seat	60 s	725 760 ks/rok
Jaguar X760	86 s	495 092 ks/rok
Audi A3 - Part 1	71 s	599 689 ks/rok
Audi A3 - Part 2	71 s	599 689 ks/rok

Graf 1: Výkon montážních linek

#### Výkon montážních linek



### Příklad výpočtu výkonu montážní linky VW T6 Transporter

$$P = \frac{\frac{\text{týdny}}{\text{rok}} \times \frac{\text{směny}}{\text{týden}} \times \frac{\text{hodiny}}{\text{směnu}} \times 3600 \times V_t}{CT} \times 2$$

$$P = \frac{48 \times 15 \times 7,5 \times 3600 \times 0,8}{75} \times 2$$

$$P = 414\,720 \text{ ks/rok}$$

P - výkon jedné montážní linky [ks/rok]

$V_t$  - využití linky [%]

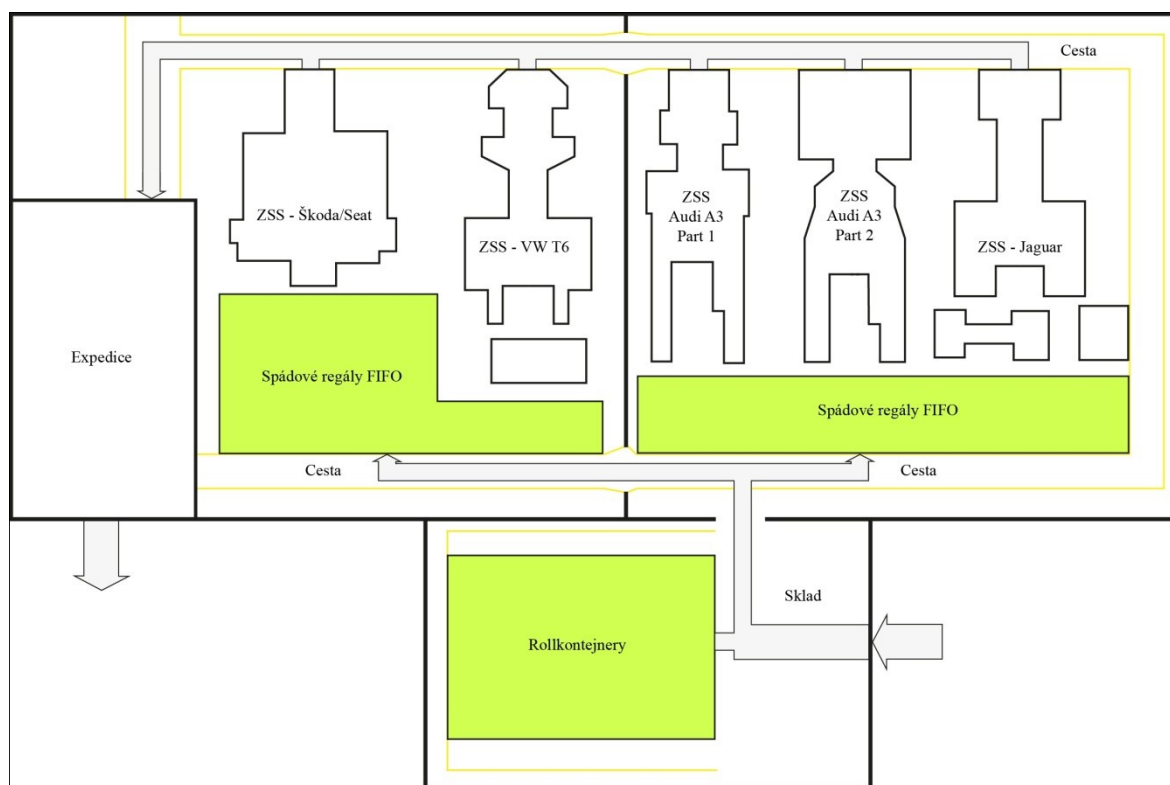
CT - takt linky [s]

## 2.2 Strategie pohybu a umístění balení na montážní hale

Dle dispozic je možné dvojí uskladnění komponentů.

### 2.2.1 Koncepce 1

Spádové regály KLT flow racks ve kterých se uskladňují obaly E1, budou umístěny v hale v blízkosti montážních linek. Rollkontejnery budou umístěny ve skladu.



Obrázek 19: Návrh koncepce 1

Na obrázku v pravém dolním rohu vstupuje materiál do skladu, dále k výrobním linkám. Z výrobních linek vychází hotové zadní skupinové svítlny (ZSS) k expedici.

### **Strategie pohybu plných balení**

Proces je započat přijetím nového zboží, které přiveze kamion do míst příjmu ve skladu. Na místě se vyloží nové zboží, jenž je vyměněno za prázdné obaly, které jsou po vyprázdnění převezeny a uloženy ve skladu. Dovezené zboží (obaly E1, E2, 2L, 3L) je nyní v procesu dění převezením do jednotlivých příslušných spádových regálů. Z úložných prostorů se zboží dále dle potřeby přesunuje na konkrétní pracoviště, kde se spotřebuje.

Rollkontejnery dovezené kamionovou dopravou jsou taktéž přijímány do skladu. Každý z rollkontejnerů zaujímá své určité skladovací místo. Rollkontejnery jsou manipulanty jednotlivě převáženy na přesně dané pracoviště dle potřeby.

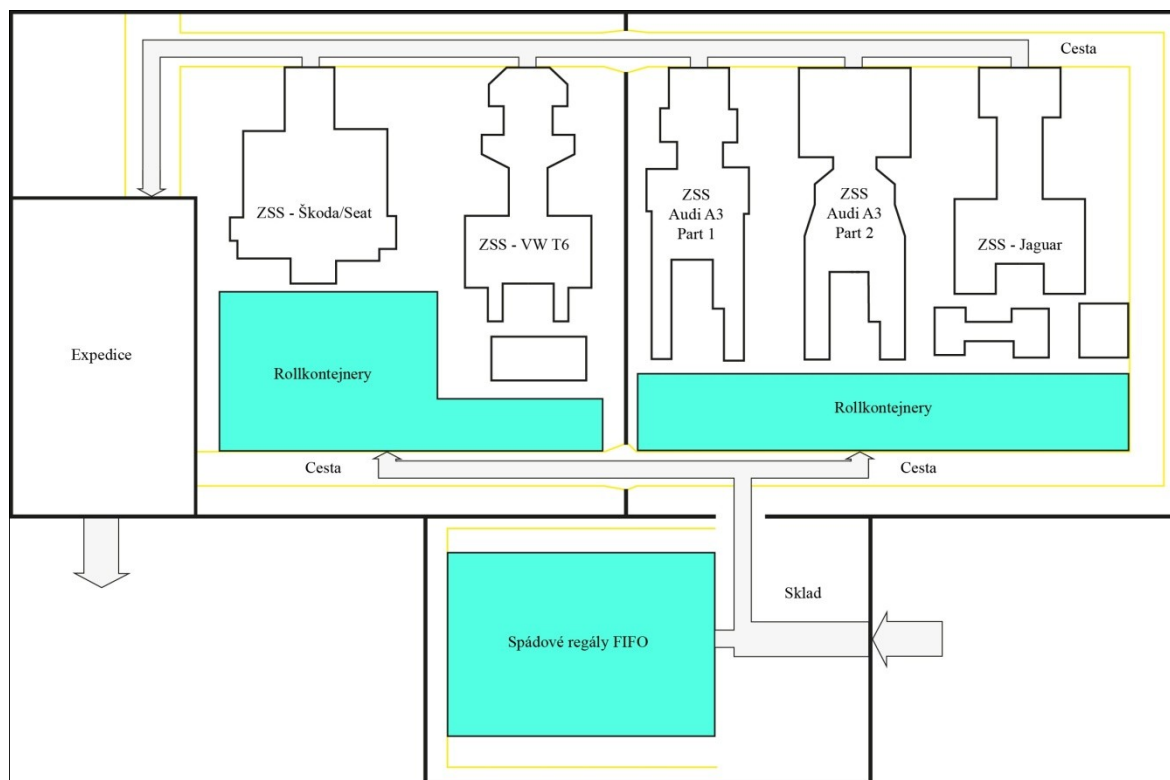
### **Strategie pohybu prázdných balení**

Manipulanti prázdné obaly (E1, E2, 2L, 3L) sbírají z jednotlivých pracovišť a uskupují ve spádových regálech, z nichž se později vyjmou a převezou do přilehlého skladu. Ve skladu se umístí do prostoru pro prázdné obaly, kde se celý proces opakuje.

Po vyprázdnění rollkontejnerů následuje jejich převoz do míst expedice přes finální část linek, kde se světlomety balí. Prázdné rollkontejnery se společně s hotovými ZSS, ve kterých se nachází hotové zadní skupinové svítlny, přemisťují na předem daná místa v expedici.

#### **2.2.2 Koncepce 2**

Spádové regály KLT flow racks ve kterých jsou uskladněny přepravní obaly E1 budou v přilehlém skladu. Rollkontejnery budou umístěny v hale v blízkosti montážních linek.



Obrázek 20: Návrh koncepce 2

### Strategie pohybu plných balení

Po přijetí nového zboží, které je dovezeno kamionovou dopravou, jsou obaly uskladněny do příslušných pozic ve spádovém regálu, který se nachází ve skladu. Zboží je pravidelně převáženo k jednotlivým pracovištím.

Rollkontejnery jsou přímo po příjmu převezeny do předem připravených pozic před jednotlivé výrobní linky.

### Strategie pohybu prázdných balení

Prázdné balení je převáženo zpět do přilehlého skladu, odkud je následně exportováno. Strategie rollkontejnerů zůstává stejná jako u první koncepce. Po vyprázdnění jsou přesunuty do expedičního skladu.

### Zhodnocení

Z jednoduchého změření manipulačních vzdáleností jsem zjistil, že pravděpodobně vhodnější koncepcí bude číslo 1. Vychází to z toho, že čím více je beden, které jsou blíže



k lince, tak tím více se ušetří manipulační čas. Dělníci se zbytečně fyzicky unaví u návrhu *koncepce 2* a to až 3x více než u *koncepce 1*, v podstatě jen proto, aby přemístili obaly z bodu A do bodu B.

Přirozeně je dobré vědět, která z koncepcí je výhodnější (jestli podává větší a efektivnější výsledky). Tyto informace poskytne simulace v následující kapitole.

### 3 Optimalizace množství balení v montážní hale HAN II

Externí společnost se sídlem v blízkosti HAN II umožňuje montážní halu zásobovat materiálem maximálně každé 4 hodiny. Otázka tedy zní: jakou strategii optimalizace zvolit, aby byla finančně a prostorově nejvýhodnější vzhledem k množství komponentů.

#### 3.1 Optimalizace balení v hale HAN II - varianta 1

První varianta rozhoduje o spotřebě rollkontejnerů v HAN II za 3 hodiny.

Tabulka 14: Údaje pro vzorový výpočet spotřeby obalů

čas	t	10800 s
počet dílů v jednom obalu	Obal/Ks <sub>j</sub>	288ks
počet potřebných dílů na výrobu jednoho světlometu	Ks <sub>j</sub>	1 ks
takt linky	CT	75 s

Výpočet rollkontejnerů na 3 hodiny pro jedno pracoviště (VW T6, verze FLT, E040):

$$Q = \frac{t}{\left(\frac{Obal/Ks_j}{Ks_j}\right) \times CT} = \frac{10800}{\left(\frac{288}{1}\right) \times 75} = 0,5 = 1ks$$

#### Příklad

Pro zajištění plynulé výroby na 3 hodiny bude zapotřebí mít u pracoviště E040 jeden kus rollkontejneru. Takto jsou spočítané veškeré rollkontejnery a bedny. Vycházím z výše uvedených tabulek (seznam komponentů) v kapitole 1.2.

#### Předvýroba

##### VW T6 Transporter

- FLT (P250) - 8 beden, (P250) - 6 rollkontejnerů
- HKL (P240, P250) - 16 beden, (P250) - 12 rollkontejnerů
- LED (P200, P210, P230) - 34 beden, (P200) - 10 rollkontejnerů

##### Audi A3 - part 1

- 370 low (V020) - 2 bedny, (V020) - 4 rollkontejnery

- 373 low (V020) - 2 bedny, (V020) - 4 rollkontejnery

### **Audi A3 - part 2**

- 370 low (V020, V030) - 11 beden, (V020) - 4 rollkontejnery
- 370 high (V020) - 1 bedna, (V020) - 4 rollkontejnery
- 373 low (V020, V030) - 17 beden, (V020) - 4 rollkontejnery
- 373 high (V020) - 1 bedna, (V020) - 6 rollkontejnerů

### **Jaguar X760**

- Part 1 (V030) - 17 beden
- Part 2 (V020, V030) - 11 beden

## **Hlavní výroba**

### **VW T6 Transporter - 68 rollkontejnerů**

- FLT - 14 rollkontejnerů
- HKL - 28 rollkontejnerů
- LED - 26 rollkontejnerů

### **Škoda / Seat - 37 rollkontejnerů**

- SK 371 - 24 rollkontejnerů
- SE 251 - 13 rollkontejnerů

### **Audi A3 - part 1 - 36 rollkontejnerů**

- 370 low - 12 rollkontejnerů (E030 - 8 ks, E050 - 4 ks)
- 370 high - 8 rollkontejnerů (E030 - 4 ks, E050 - 4 ks)
- 373 low - 8 rollkontejnerů (E030 - 4 ks, E050 - 4 ks)
- 373 high - 8 rollkontejnerů (E030 - 4 ks, E050 - 4 ks)

### **Audi A3 - part 2 - 20 rollkontejnerů**

- 370 low - 4 rollkontejnerů (E040 - 4 ks)
- 370 high - 6 rollkontejnerů (E040 - 6 ks)
- 373 low - 4 rollkontejnerů (E040 - 4 ks)
- 373 high - 6 rollkontejnerů (E040 - 6 ks)

**Jaguar X760 - 12 rollkontejnerů**

- Part 1 - 10 rollkontejnerů
- Part 2 - 2 rollkontejnery

Pokud na celé hale budou vyráběny verze zadních světlometů s nejvyšším počtem dílů, bude zapotřebí mít zásobu nejméně 82 rollkontejnerů + 22 rollkontejnerů na předvýrobu.

**Spotřeba beden v HAN II za 3 hodiny:****VW T6 Transporter - 88 beden**

- FLT - 23 beden
- HKL - 36 beden
- LED - 29 beden

**Škoda / Seat - 152 beden**

- SK 371 - 98 beden
- SE 251 - 54 beden

**Audi A3 - part 1 - 291 beden**

- 370 low - 37 beden
- 370 high - 84 beden
- 373 low - 37 beden
- 373 high - 133 beden

**Audi A3 - part 2 - 336 beden**

- 370 low - 38 beden
- 370 high - 103 beden
- 373 low - 46 beden
- 373 high - 149 beden

**Jaguar X760 - 112 beden**

- Part 1 - 48 beden
- Part 2 - 64 beden

Pokud na celé hale budou vyráběny verze zadních světlometů s nejvyšším počtem dílů, bude zapotřebí mít zásobu nejméně 528 beden + 70 beden na předvýrobu.

### 3.2 Optimalizace balení v hale HAN II - varianta 2

Varianta dvě se zabývá spotřebou rollkontejnerů v HAN II za 4 hodiny. Veškeré zmíněné výpočty doby spotřeby komponentů vychází z kapitoly 1.2.

Tabulka 15: Údaje pro vzorový výpočet spotřeby obalů

čas	t	14400 s
počet dílů v jednom obalu	Obal/K <sub>s<sub>j</sub></sub>	288ks
počet potřebných dílů na výrobu jednoho světlometu	K <sub>s<sub>j</sub></sub>	1 ks
takt linky	CT	75 s

Výpočet rollkontejneru na 4 hodiny pro jedno pracoviště (VW T6, verze FLT, E040):

$$Q = \frac{t}{\left(\frac{Obal/K_{s_j}}{K_{s_j}}\right) \times CT} = \frac{14400}{\left(\frac{288}{1}\right) \times 75} = 0,67 = 1ks$$

### Předvýroba

#### VW T6 Transporter

- FLT (P250) - 9 beden, (P250) - 8 rollkontejnerů
- HKL (P240, P250) - 20 beden, (P250) - 16 rollkontejnerů
- LED (P200, P210, P230) - 42 beden, (P200) - 14 rollkontejnerů

#### Audi A3 - part 1

- 370 low (V020) - 4 bedny, (V020) - 6 rollkontejnery
- 373 low (V020) - 4 bedny, (V020) - 6 rollkontejnery

#### Audi A3 - part 2

- 370 low (V020, V030) - 15 beden, (V020) - 4 rollkontejnery
- 370 high (V020) - 1 bedna, (V020) - 4 rollkontejnery
- 373 low (V020, V030) - 23 beden, (V020) - 6 rollkontejnery
- 373 high (V020) - 1 bedna, (V020) - 8 rollkontejnerů

### **Jaguar X760**

- Part 1 (V030) - 19 beden
- Part 2 (V020, V030) - 13 beden

### **Hlavní výroba**

#### **VW T6 Transporter - 92 rollkontejnerů**

- FLT - 18 rollkontejnerů
- HKL - 38 rollkontejnerů
- LED - 36 rollkontejnerů

#### **Škoda / Seat - 43 rollkontejnerů**

- SK 371 - 27 rollkontejnerů
- SE 251 - 16 rollkontejnerů

#### **Audi A3 - part 1 - 52 rollkontejnerů**

- 370 low - 16 rollkontejnerů (E030 - 10 ks, E050 - 6 ks)
- 370 high - 12 rollkontejnerů (E030 - 6 ks, E050 - 6 ks)
- 373 low - 12 rollkontejnerů (E030 - 6 ks, E050 - 6 ks)
- 373 high - 12 rollkontejnerů (E030 - 6 ks, E050 - 6 ks)

#### **Audi A3 - part 2 - 28 rollkontejnerů**

- 370 low - 6 rollkontejnerů (E040 - 6 ks)
- 370 high - 8 rollkontejnerů (E040 - 8 ks)
- 373 low - 6 rollkontejnerů (E040 - 6 ks)
- 373 high - 8 rollkontejnerů (E040 - 8 ks)

#### **Jaguar X760 - 18 rollkontejnerů**

- Part 1 - 14 rollkontejnerů
- Part 2 - 4 rollkontejnery

Pokud na celé hale budou vyráběny verze zadních svítlen s nejvyšším počtem dílů, bude zapotřebí mít zásobu nejméně 107 rollkontejnerů + 30 rollkontejnerů na předvýrobu.

**Spotřeba beden v HAN II za 4 hodiny:**

**VW T6 Transporter - 106 beden**

- FLT - 27 beden
- HKL - 42 beden
- LED - 37 beden

**Škoda / Seat - 183 beden**

- SK 371 - 121 beden
- SE 251 - 62 beden

**Audi A3 - part 1 - 383 beden**

- 370 low - 48 beden
- 370 high - 107 beden
- 373 low - 48 beden
- 373 high - 180 beden

**Audi A3 - part 2 - 438 beden**

- 370 low - 50 beden
- 370 high - 135 beden
- 373 low - 56 beden
- 373 high - 197 beden

**Jaguar X760 - 140 beden**

- Part 1 - 58 beden
- Part 2 - 82 beden

Pokud na celé hale budou vyráběny verze zadních světlometů s nejvyšším počtem dílů, bude zapotřebí mít zásobu nejméně 680 beden + 88 beden na předvýrobu.

Z uvedených výpočtů spotřebovaných beden je patrné, že lepší poměr se dosáhne zvolením varianty číslo 2. Tato varianta díky delším časovým zásobám oproti verzi 1, ušetří finance spojené s dovozem materiálu tzn. méněkrát bude zapotřebí zásobovat halu a zajistí dostatek připravených zásob pro výrobu. Tento hodinový nepatrný rozdíl přinese

v průběhu výroby ušetření nákladů. Dispozice v tomto množství pro umístění materiálu na 4 hodiny jsou možné. Lepší je tedy upřednostnit variantu číslo 2.

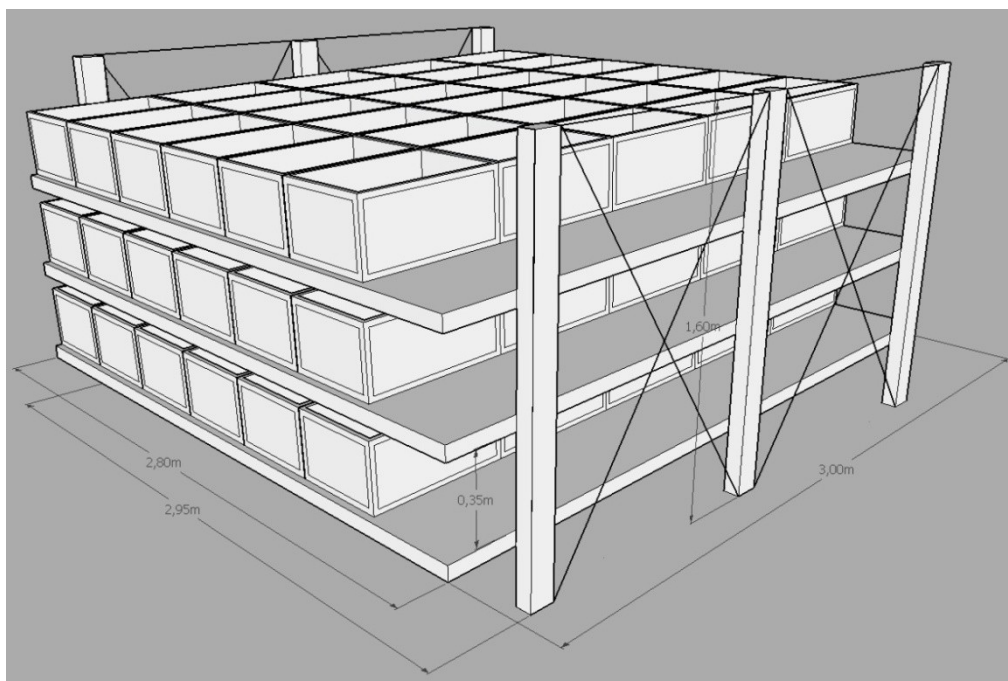
Na základě spočítaných zásob beden a rollkontejnerů je možné nyní přesně navrhnout prostory určené pro skladování.

### 3.2.1 Uspořádání spádových regálů

Dle druhu skladovaného zboží navrhuji spádový regál o rozměrech 3000x2950x1600mm. Výškově se skládá ze tří pater, které jsou přehledné a dostupné. Má zabudované válečkové uspořádání a sklon regálu činí 4°. Maximální kapacita je 105 beden E1. Je možné také ukládat i menší balení jako E2, 2L, 3L. Spádový regál má 7 řad.

V regálech KLT flow racks bude první pozice vždy prázdná v případě, že skončí výroba a mění se verze, tak toto místo bude určeno pro bedny s komponenty, které budou nedokončené. První pozice bude představovat X-plochu a materiály budou mít manipulanti vždy jako první.

Ve skutečnosti se stává, že pokud není přesně vyhrazeno místo pro nedokončené materiály, tak materiál bývá složitě schován a nejde například ihned najít. Zabírá to čas a peníze.



Obrázek 21: Spádový regál



V případě FIFO regálu bude přístup a hledání materiálu jednoduchý a rychlý. Další výhoda bude v tom, že se nemusí navrhovat X-plochy podél stěn haly. Zásoby komponentů jsou na 4h ve spádových regálech.

Co se týče rozdělení a umístění například reflektorů ve spádovém regálu, tak množství v přepravce činí 15 kusů a zásoba trvá 15 minut, je zapotřebí mít na 4 hodiny přibližně 16 kusů beden. Bedny by obsadily jeden sloupec ve spádovém regálu.

### **Výpočet spádových regálů**

Na základě výše vyčtených beden (z předvýroby a z hlavní výroby) v optimalizaci na 4 hodiny, vypočítám počet spádových regálů.

#### **1. polovina haly**

V této hale se nachází dvě výrobní linky, pro které je zapotřebí vypočítat množství spádových regálů na uskladnění komponentů.

**VW T6 Transporter** - 42 (LED) + 42 (HKL) = 84 ks beden

**Škoda / Seat** - 121 (SK) ks beden

Celkem = 84 + 121 = 205 ks beden

$$X = \frac{205}{90} = 2,3 = \mathbf{3 \text{ ks spádových regálů}}$$

#### **2. polovina haly**

**Audi A3 - part 1** - 4 + 180 = 184 ks beden

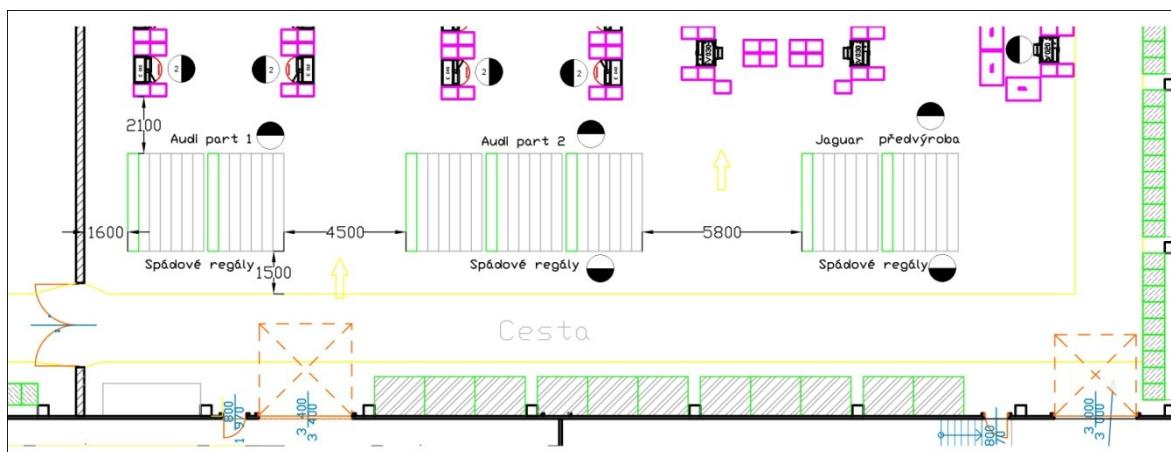
**Audi A3 - part 2** - 23 + 197 = 220 ks beden

**Jaguar X760** - 19 + 82 = 101 ks beden

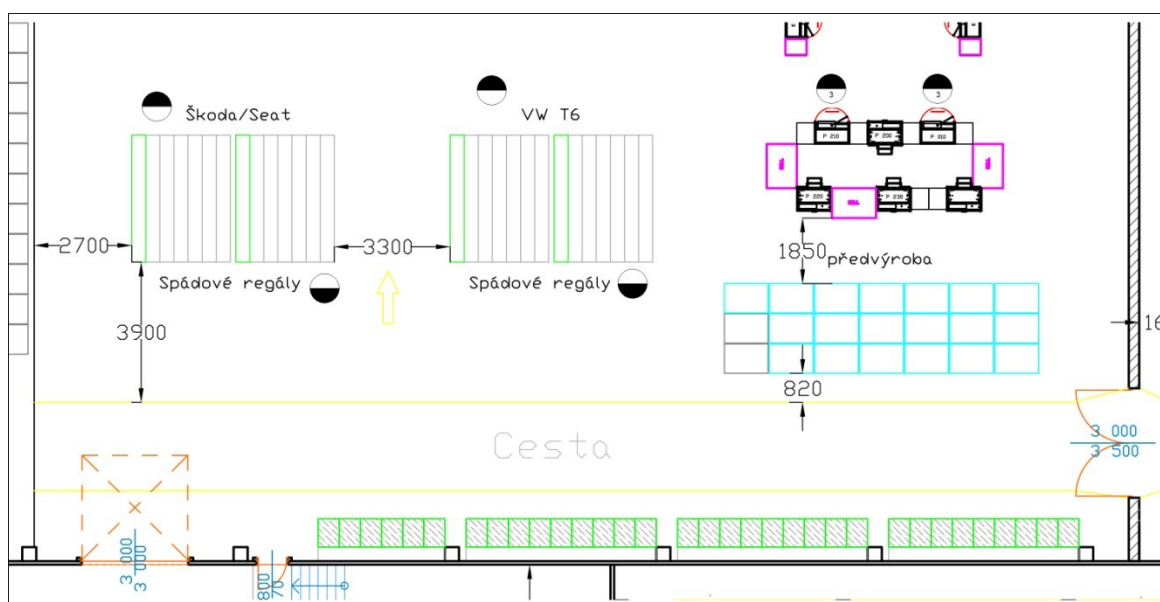
Celkem = 184 + 220 + 101 = 505 ks beden

$$X = \frac{505}{90} = 5,6 = \mathbf{6 \text{ ks spádových regálů}}$$

Pro zajištění plynulé výroby, přeměnění verzí a možným rozšířením do budoucnosti navrhuji přidat alespoň jeden spádový regál do jedné a druhé poloviny haly, tedy 4 spádové regály do první poloviny haly a dohromady 7 spádových regálů do poloviny druhé. Celkem 11 spádových regálů v montážní hale HAN II.



Obrázek 22: Spádové regály u linek Audi, Jagur a předvýroba



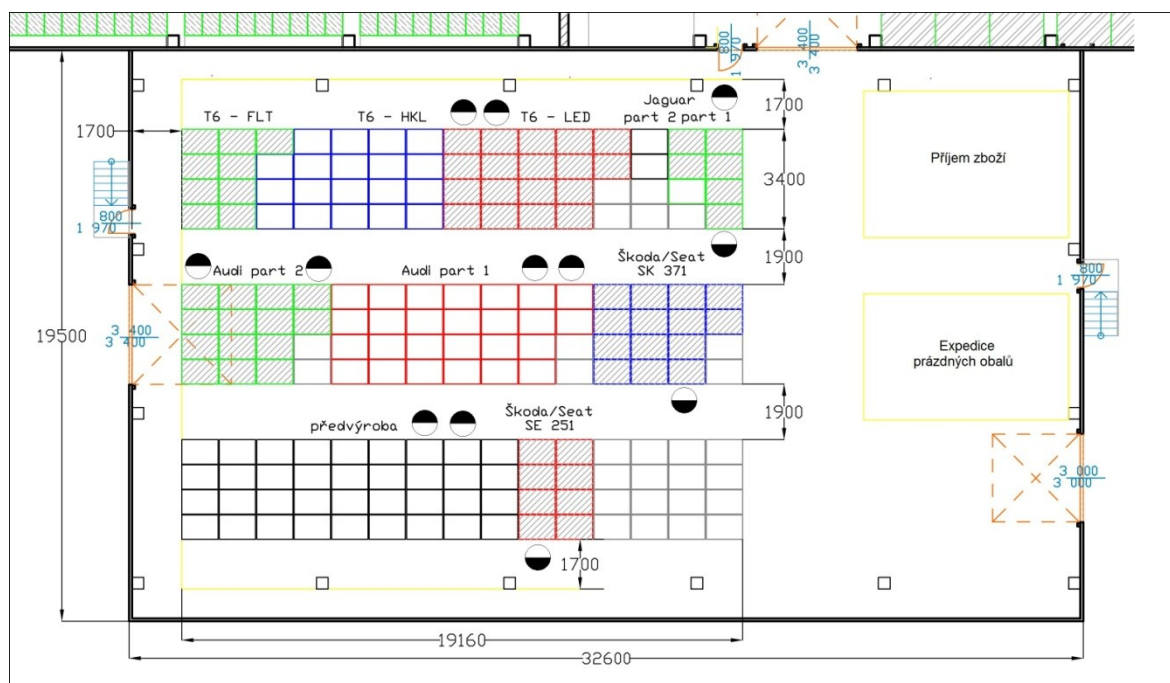
Obrázek 23: Spádové regály u linek Škoda/Seat, Volsswagen a předvýroba

### 3.2.2 Uspořádání rollkontejnerů

Rollkontejnery lze stohovat maximálně dva na sebe. Rollkontejnery budou umístěné dle výsledné koncepce.

#### Koncepce 1

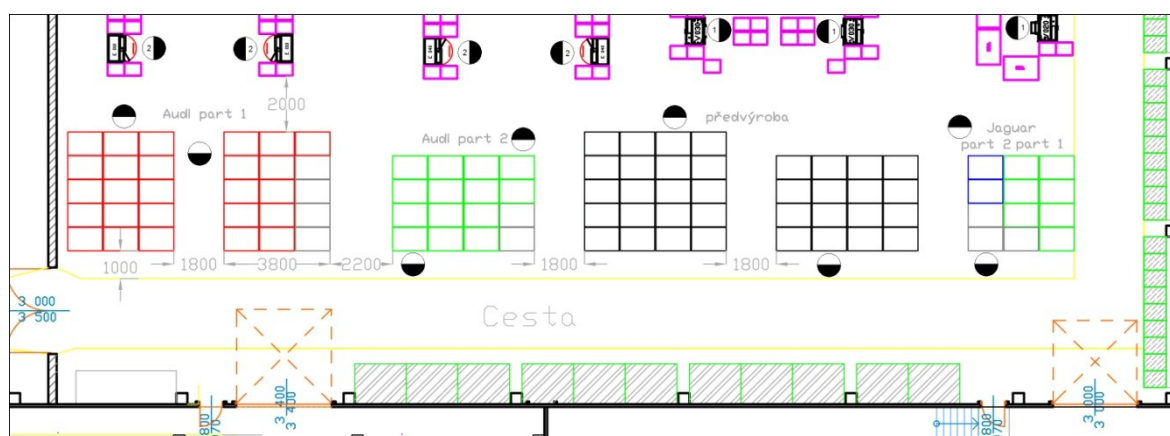
Rollkontejnery se nachází v přilehlém skladě. Situovány jsou do 3 objektů. Každý objekt se skládá z 60 skladovacích míst. Rollkontejnery jsou řazeny za sebou po čtyřech. Uličky budou mít rozměr nejméně 1800 mm. Jednotlivé verze jsou na obrázku barevně odlišeny.



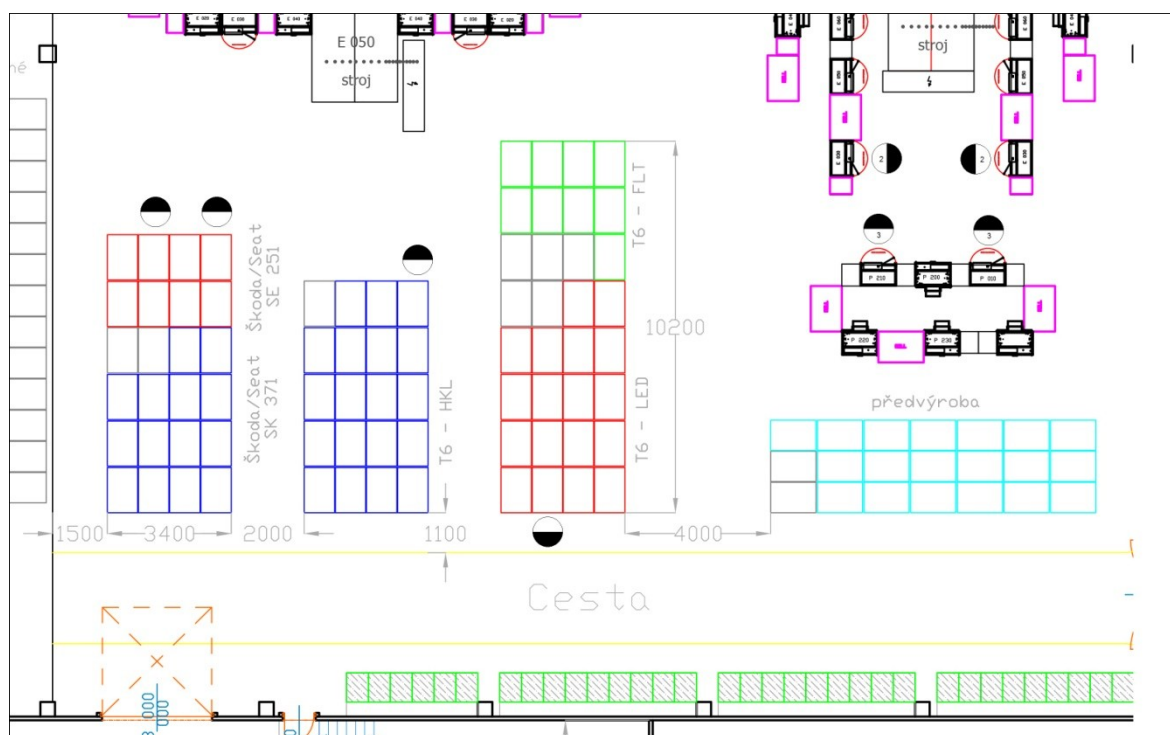
Obrázek 24: *Sklad rollkontejnerů*

## Koncepcie 2

Umístění rollkontejnerů blízko k montážním linkám. Většinou se bude jednat o bloky rollkontejnerů. U montážních linek Audi A3 a Jaguar bude 6 bloků. U zbylých linek lze skladovací plochu prodloužit, jelikož to dispozice umožňují a mít tak i zde zásoby v dostatečné míře. Uličky budou mít rozměr nejméně 1800 mm.



Obrázek 25: Rollkontejnery u linek Audi, Jaguar a předvýroba



Obrázek 26: Rollkontejnery u linek Škoda/Seat, Volkswagen a předvýroba

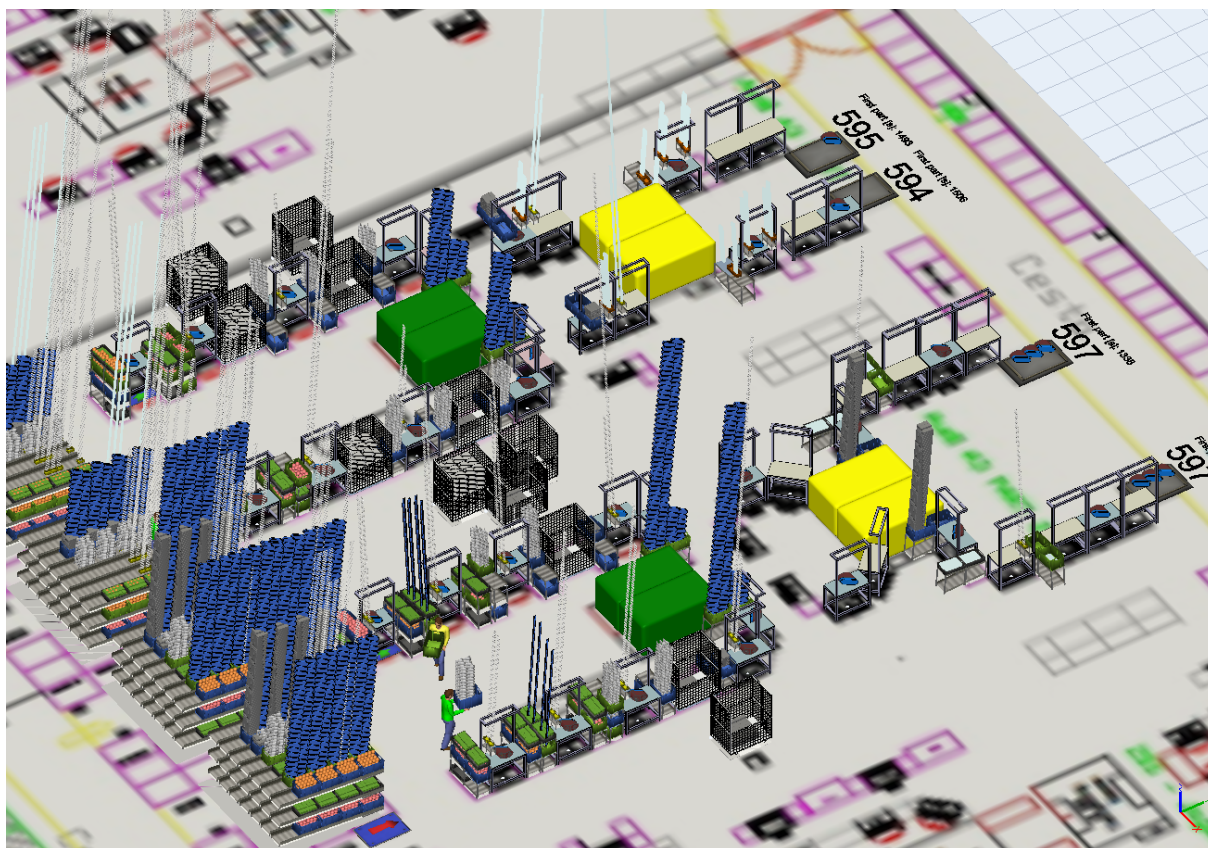
### 3.3 Výrobní linky Audi A3

Nové výrobní linky Audi A3 jsou nasimulované s 3D logistickým modelem. Ten ověřuje, jak budou výrobní linky fungovat. Právě na těchto linkách firma hodlá zhotovovat zadní skupinové svítily pro automobil Audi A3. Jelikož je výroba zadních skupinových světlů na Audi A3 velmi náročná z hlediska množství komponentů a požadavků na velký objem výroby, je zapotřebí zřídit dvě linky namísto jedné. Linky budou produkovat celkem 4 verze světlometů – 370/373 low (verze s klasickými žárovkami) a high (s plně LED žárovkami). Celkové provedení je simulováno v programu FlexSim. Celá simulace je aplikována na verzi 373 high, jelikož obsahuje nejvíce komponentů a je tak vhodná pro maximální vytížení manipulantů.

Účelem mikrologistiky a simulace je, že se přesně seznámím, jak bude návrh fungovat a včas odhalím jeho slabá místa, na které je třeba se zaměřit. Na základě toho jsem vytvořil dvě koncepce, které by bylo možné zrealizovat, jak už jsem uvedl ve strategii.

### 3.3.1 Koncepce 1

Navrhuji, že všechny bedny E1 a menší balení než rollkontejnery, se umístí těsně vedle linek. Naopak rollkontejnery by se situovaly do přilehlé haly.



Obrázek 27: *Koncepce 1* [14]

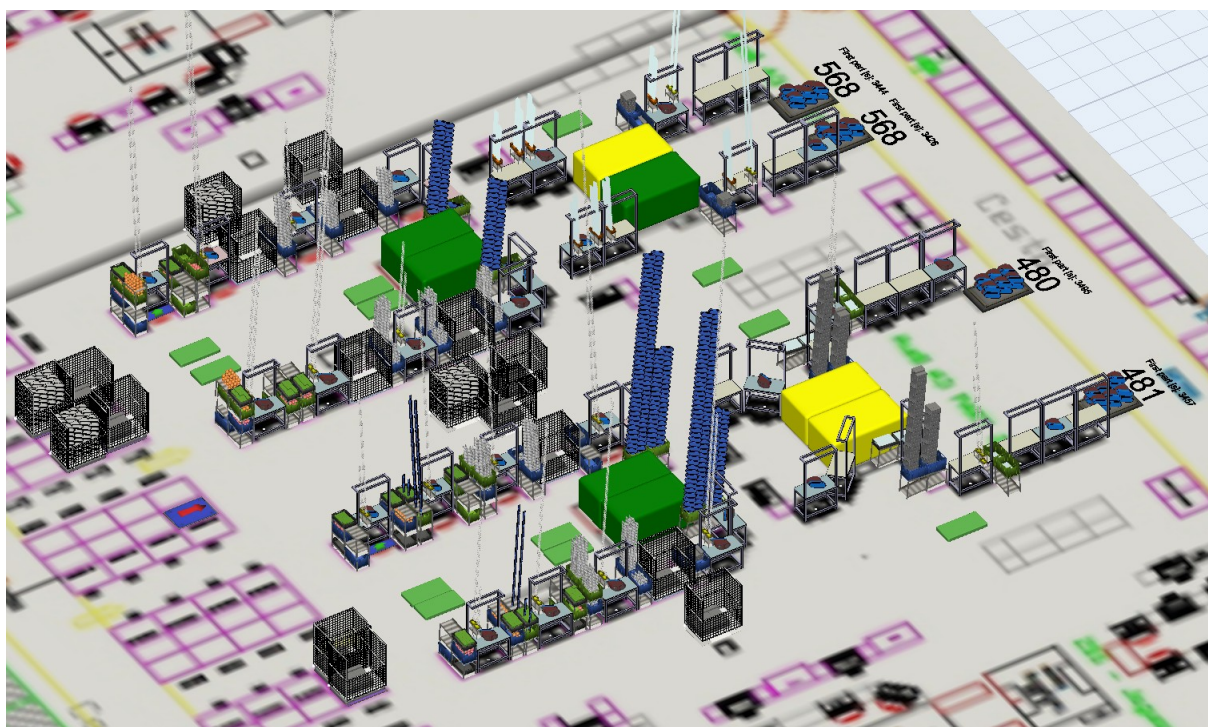
Vhodnost této koncepce je, že je třeba přemístit na výrobu zadních skupinových světil Audi A3 během 12 h směny cca 1130 kusů beden s komponenty (ty zde tvoří cca 90% obalového materiálu). Na určitých pracovištích jsou samozřejmě ještě rollkontejnery. Rollkontejnerů však není tolik a výměna se jich za směnu přibližně jen 24 kusů. Z toho vyplývá, že čím více je beden, které jsou blíže k lince, tak tím více se ušetří manipulační čas.

Manipulant bude na každou stranu jeden a bude zásobovat linku obaly s komponenty. Časy pro manipulaci jsou určeny z MTM (Methods Time Measurement). Všechny tyto vlastnosti jsou v simulaci zakomponovány.



### 3.3.2 Koncepce 2

Nabízí se i druhý koncept – a to situovat obaly E1 a menší do přilehlého skladu a naopak rollkontejnery mít u výrobních linek.



Obrázek 28: *koncepce 2* [14]

Strategie druhého konceptu je, že každá strana výrobní linky bude mít vlastního manipulanta, který bude zásobovat linku komponenty. Tento manipulant bude mít k dispozici rolltejner (jeden transportní vozík má 12 míst pro obaly), s kterým bude jezdit každých 15 minut. Když si spočítám, kolik materiálu se spotřebuje za směnu, zjistím, kolikrát by manipulant jel teoreticky s transportním vozíkem (vydělením počtu plánovaných beden za směnu). Ovšem je dost možné, že rozdělit takto výrobu na pravidelné části nepůjde. Výroba má totiž náběhy i výběhy a také spoustu jiných procesů, které se musí zohlednit.

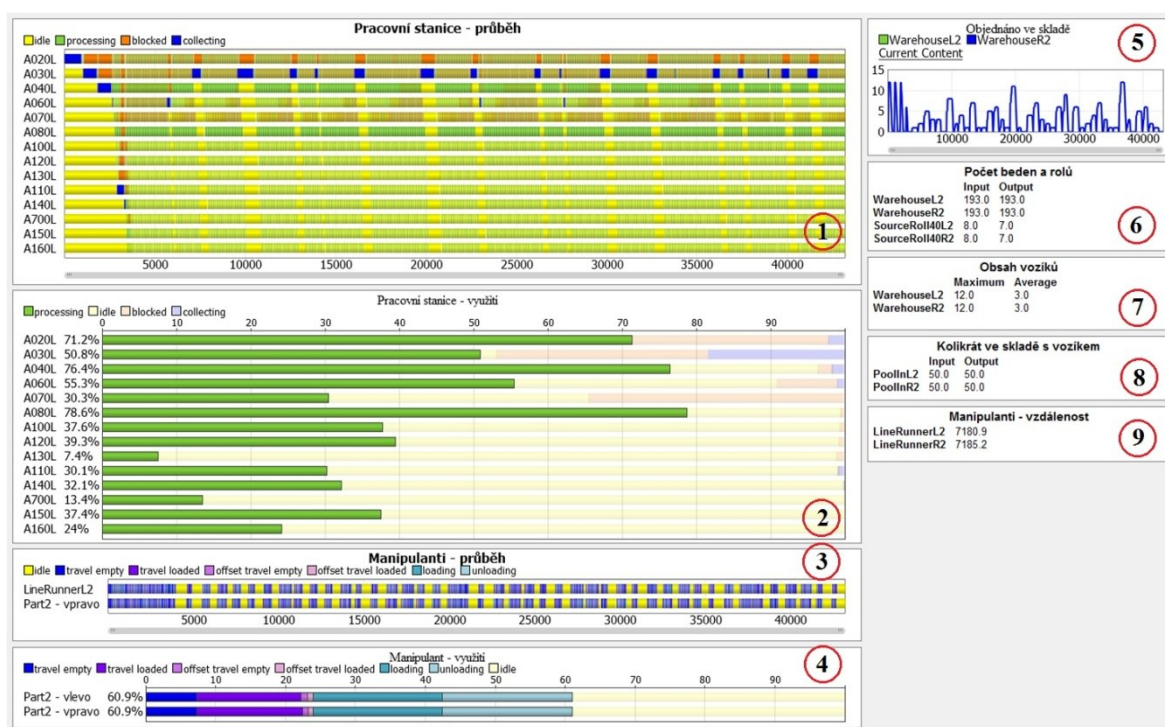
Přirozeně je dobré vědět, která z variant je výhodnější (jestli podává větší a efektivnější výsledky, atd.). Tyto informace poskytne simulace. Ta je založená na tom, kolik materiálu určitá linka spotřebovává a dle toho se generují prázdné obaly (každá linka má svůj počet kusů materiálu, definovaná balení i takt linky – od 20 s do 71 s). Je třeba si nasimulovat pracovní postup krok za krokem (plnění strategií, chování manipulantů, apod.). Simulované jsou jak vstupující komponenty s obaly, tak i prázdné obaly.

### 3.4 Simulace výrobní linky Audi A3

Simulace znázorňuje, kdy se manipulanti pohybují, kolik se spotřebovává materiálu v jednotlivých baleních a také, kdy se prázdné obaly odkládají do odkládacích skluzů. Hlídá se také, zda jsou bedny plné, prázdné nebo se musí objednat (všechny záležitosti).

Ze simulací vyplývají grafy. Pokud se ocitne v prvním grafu modrý pruh v průběhu výroby, naznačuje to potenciální problém, kterému je nutné se věnovat. Musí se zjistit, proč problém nastal a také z jakého důvodu se výroba zastavila.

#### Audi 373 High - Part 2



Obrázek 29: Příklad grafu - koncepce 2 - Audi 373 High - Part 2 [14]

Tabulka 16: Legenda Pracovní stanice – průběh:

idle	nečinný
processing	zpracování
blocked	blokování
collecting	čekání na materiál (zásobování)

Tabulka 17: *Legenda Manipulanti – průběh:*

idle	nečinný
travel empty	manipulace bez nákladu
travel loaded	manipulace s nákladem
offset travel empty	manipulace v blízkosti stanice bez nákladu
offset travel loaded	manipulace v blízkosti stanice s nákladem
loading	naložení
unloading	vyložení

### 1. Graf – Pracovní stanice - průběh

V prvním grafu jsou údaje o statusu na jednotlivých stanicích (jestli pracoviště čeká na materiál či je blokováno, nečinné nebo v chodu).

### 2. Graf – Pracovní stanice - využití

Další údaj, který lze vyčíst, je využití jednotlivých pracovišť.

### 3. Graf – Manipulanti - průběh

V následující tabulce je možné vyčíst, kdy jsou vytíženi manipulanté.

### 4. Graf – Manipulanti - využití

Na čtvrtém grafu je vyznačeno procentuální vytížení manipulanty, který přepravuje komponenty.

### 5. Graf – Objednáno ve skladě

Tato část grafu je věnována momentálnímu naplnění transportního vozíku, s jehož pomocí manipulanté převážejí materiál.

### 6. Graf – Počet beden a rollů

Graf udává počet beden a rollkontejnerů přepravených za směnu.

### 7. Graf – Obsah vozíku

Maximální a průměrné naložení jednoho transportního vozíku.



## 8. Graf – Kolikrát ve skladě s vozíkem

Graf poskytuje informaci - kolikrát musejí jít manipulanti do skladu.

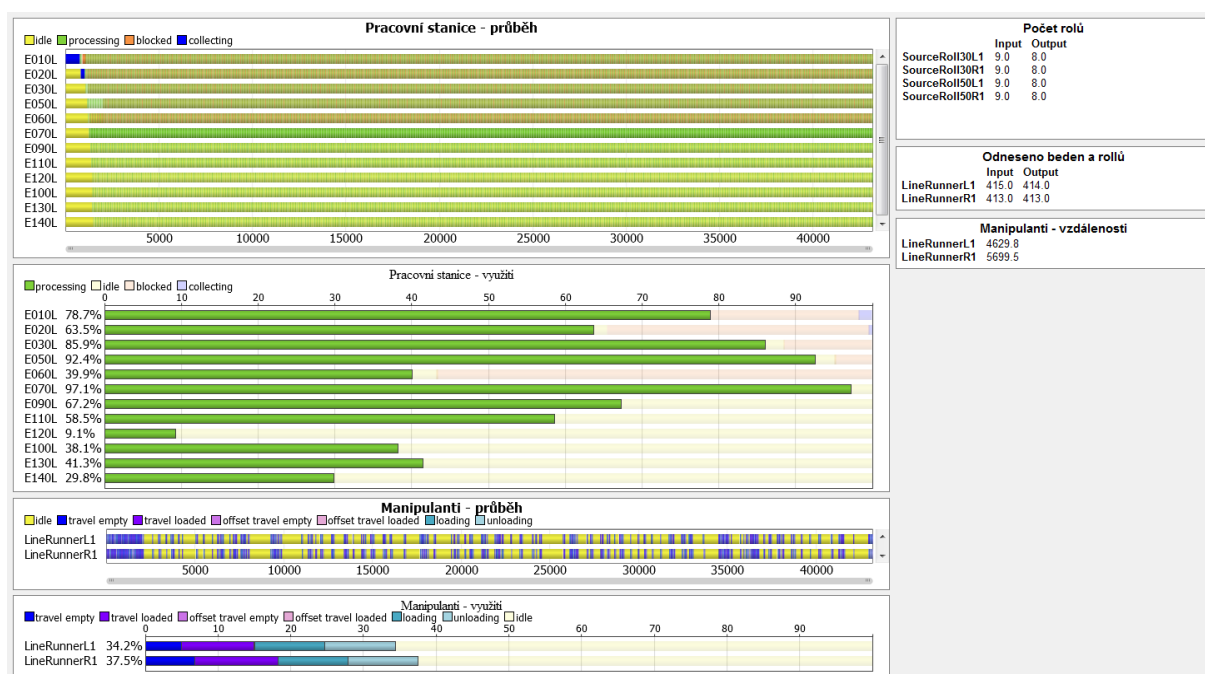
## 9. Graf – Manipulanti - vzdálenost

Graf udává, jakou vzdálenost ujdou manipulanti během směny v metrech.

### 3.4.1 Koncepce 1

Spádové regály (KLT flow racks), ve kterých se uskladní bedny E1 a menší balení než rollkontejnery se umístí těsně vedle linek. Naopak rollkontejnery by se situovaly do přilehlé logistické haly. Bedny by manipulanti nosili po jednom kuse. Graf kopíruje chování linky. Nasimulována je manipulace - naložení, vyložení a přeprava prázdné a plné bedny.

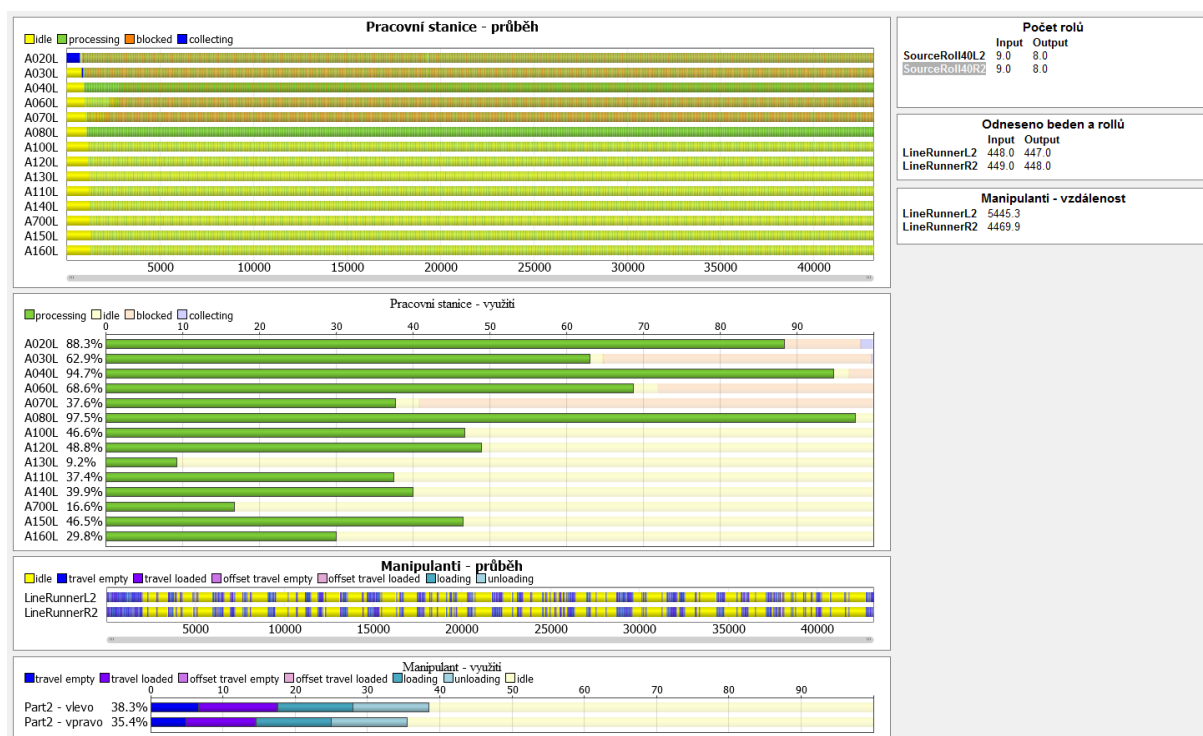
### Audi A3 - linka Part 1



Obrázek 30: Koncepce 1 - Audi 373 High - Part 1 [14]

Tato linka je bezproblémová. Z grafů lze vyčíst, že zásobování materiálem nezpůsobuje komplikace, které by ovlivnili výrobu ZSS.

## Audi A3 - linka Part 2



Obrázek 31: *Koncepce 1 - Audi 373 High - Part 2* [14]

Jak je zřejmé z grafu (Pracovní stanice - průběh) linky jak *Part 1*, tak i *Part 2*, nevyskytl se žádný problém, který by mohl být z nedostatku zásobování. Jediné, co je vidět, jsou drobné čárky - zobrazení taktu linky (rozdíl taktu jednotlivých pracovišť a celé linky). Tato koncepce systému z hlediska výroby je dostatečně flexibilní na to, aby pokryla veškeré potřeby (zásobování, manipulaci plných beden s materiálem a prázdných beden).

### Zásobování linky a přehození jedné varianty svítilny za jinou

Start linky má první koncepce mnohem lepší než druhá koncepce. První kus svítilny se vyrobí přibližně po 20 minutách. V praxi to znamená, že se bude vyrábět a pak se dá pokyn k tomu, aby se zastavila linka. Linka se zastaví a bude se muset vyčistit - vyndat všechny bedny a dát je do X ploch (místa určená obalům, které jsou rozpracované a již nejsou potřeba k výrobě jiné verze) a následně přichystat nové bedny pro výrobu dané varianty svítlen.

Celkové nastartování nové výroby bude trvat zmíněných 20 minut. Důvod tak dlouhého startu tkví ve velkém počtu potřebného materiálu k výrobě.

## Návrh na zkrácení startu linek

Bylo by vhodné, aby se začaly linky vyklízet, již než se zastaví. Pro tuto skutečnost by musela být identifikována poslední bedna s komponenty, která patří na předchozí verzi zadních skupinových svítlen.

Podle plánu by se přestala zásobovat linka materiálem předchozí verze a začala by se zásobovat novým materiálem. Start linky by se mohl zkrátit přibližně o polovinu času, ale musí se ještě přednastavit přípravy. U svítlen *Audi 373 High - Part 2* koncepce 1 by tedy klesl čas cca na 15 minut.

Linka se musí zastavit, nelze přejít ihned na jinou verzi svítlen, jelikož se na pracovištích musí přednastavit přípravy a mezi tím by se přehodily materiály. Přejít by tedy plynulý. Ovšem je zde podmínka, že musí být identifikovány bedny a to lze využít se systémem SAP. Hella zatím využívá na stávajících linkách systém Brain. Tento systém neumožňuje plánovat a nemá v sobě implementovanou identifikaci obalů. Navrhují tedy zavést systém SAP, který by umožnil vyrobit vyšší počet výrobků a ušetřil tak čas, který se projeví v nákladech.

## Výpočet vyrobených ZSS navíc díky zavedení systému SAP

- Zavedením systému SAP dojde ke zkrácení startu linky o 5 min = 300s.
- Za 12 hodinovou směnu se v průměru 4x vymění verze ZSS.

Ušetřený čas na výrobu ZSS:

$$300 \times 4 = 1200s/12h \text{ směnu}$$

Počet vyrobených svítlen navíc za 12 h směnu:

$$\frac{1200}{71} \doteq 16,9 = 16 \text{ ks svítlen}/12 \text{ h směnu}$$

Svítilny vyrobené navíc za 1 rok:

$$16 \text{ ks} \times 365 \text{ dní} = 5840 \text{ ks svítlen}/\text{rok}$$

Ušetření nákladů při ceně svítlen 4 000 Kč:

$$5840 \text{ ks} \times 4000 \text{ Kč} = 23360000 \text{ Kč}$$

Systém výroby je založen na principu tahu (pull), je tedy nutné podotknout, že musí být zákazník, který odebere zvýšený počet ZSS. Z aktuální situace nepřetržitého provozu

na stávajících linkách usuzují, že zvýšená výroba ZSS by byla žádoucí a pokryla tak plně přání zákazníka a dokázala rychle a flexibilně reagovat.

### **Zhodnocení koncepce 1**

Na obrázku výše (Koncept 1 - *Audi 373 High - Part 2*) na grafu manipulantů je zřejmé, že procentuální množství žluté barvy převažuje tzn. že manipulanté mají mezi zásobováním dostatek času, kromě zahájení výroby na to, aby bylo všechno připravené a v pořádku. Manipulanté nikam nespěchají, nejsou pod tlakem a mohou se soustředit na svoji práci. Manipulanté jsou vytížení na 35-38 %. Jednu třetinu času věnují zásobování a zbývající čas mají na jinou podpůrnou práci. Z uvedeného vyplývá, že lze využít pouze jednoho manipulanta, který bude zásobovat linku Part 1.

### **Zisk v podobě ušetření nákladů na manipulanty**

Z uvedeného vyplývá, že lze využít pouze jednoho manipulanta, který bude zásobovat linku - Part 1. Ušetří se 4 manipulanté, na každé směně jeden (čtyři směny - A, B, C, D po 12 hodinách).

Manipulantovi přísluší měsíční odměna 17 480 Kč čistého. Měsíční náklady na jednoho manipulanta činní 30 000 Kč. Ročně to pro zaměstnavatele činí náklad ve výši 360 000 Kč.

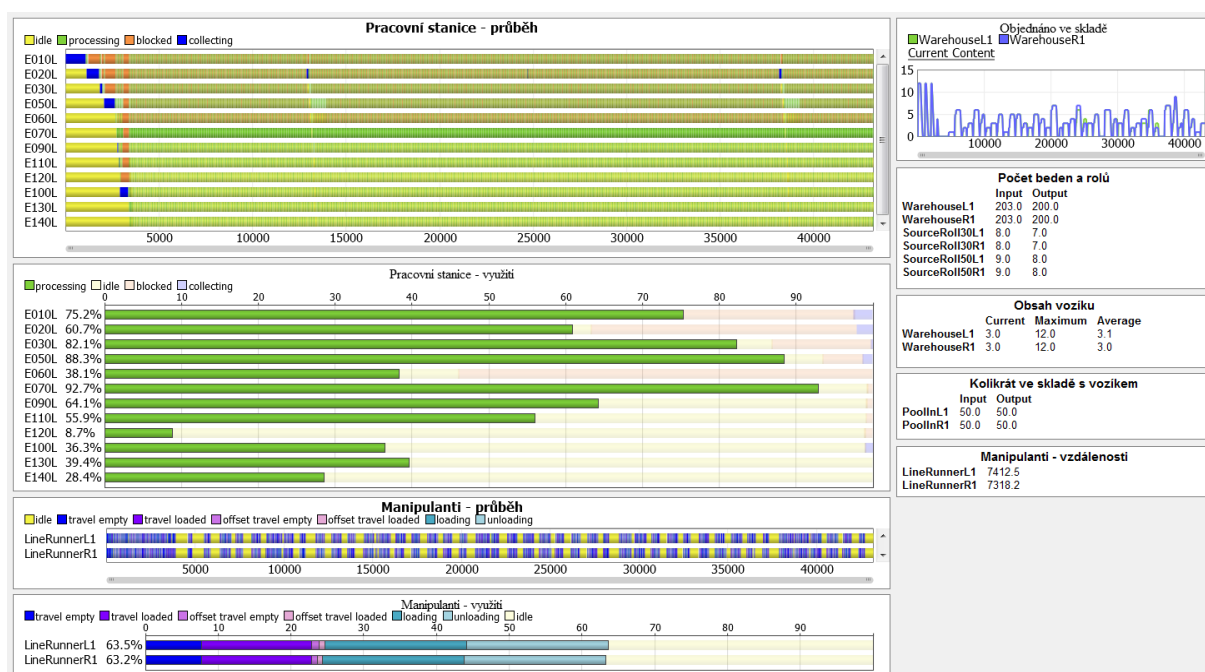
Roční náklady na 12 manipulantů:

$$30\,000\text{ Kč} \times 12\text{ měsíců} \times 12\text{ manipulantů} = 4\,320\,000\text{ Kč}$$

Roční zisk při ušetření čtyř manipulantů:

$$30\,000\text{ Kč} \times 12\text{ měsíců} \times 4\text{ manipulanté} = 1\,440\,000\text{ Kč}$$

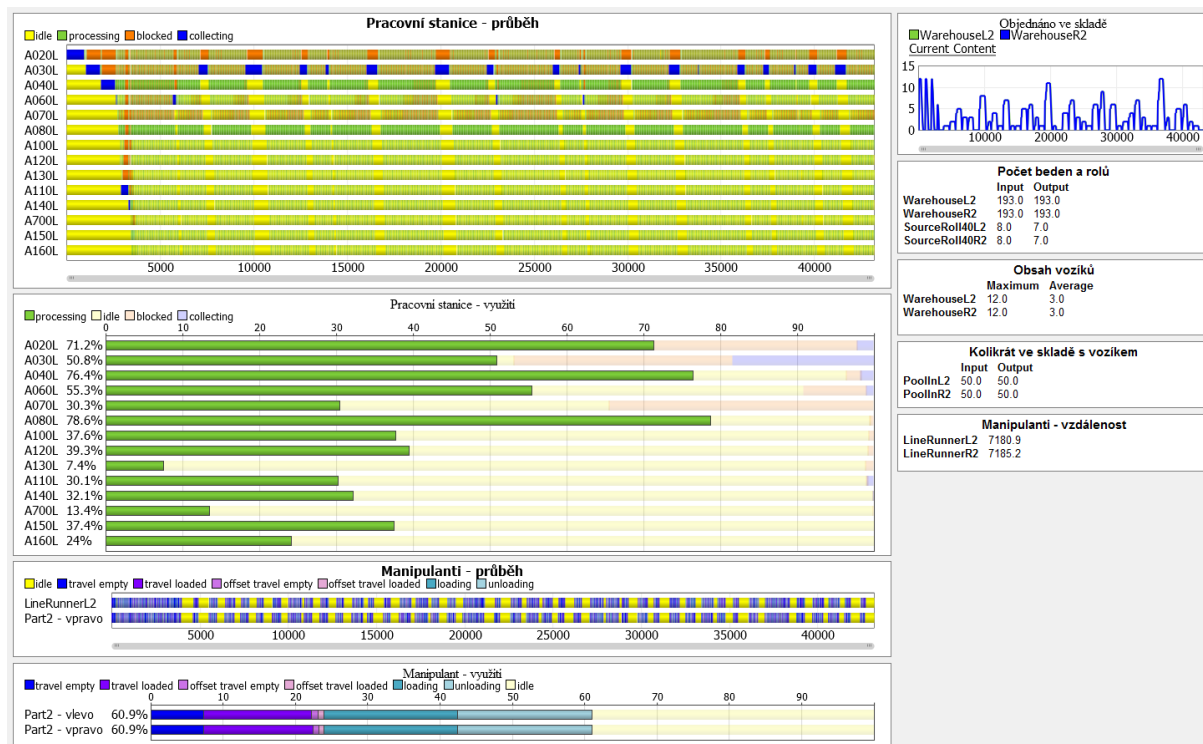
### 3.4.2 Koncepce 2



Obrázek 32: Koncepce 2 - Audi 373 High - Part 1 [14]

*Audi A3 – Part 1* je opět relativně bezproblémový a u této koncepce dochází občas k malým výpadkům 30 s, z důvodu nedostatečného zásobování pracoviště E020. Ale *Part 2* je problematický, protože je složitější výroba kvůli množství komponentů, které jsou umístěné v přilehlém skladu. Díky tomu je zapotřebí také více práce.

## Audi 373 High - Part 2 - varianta A



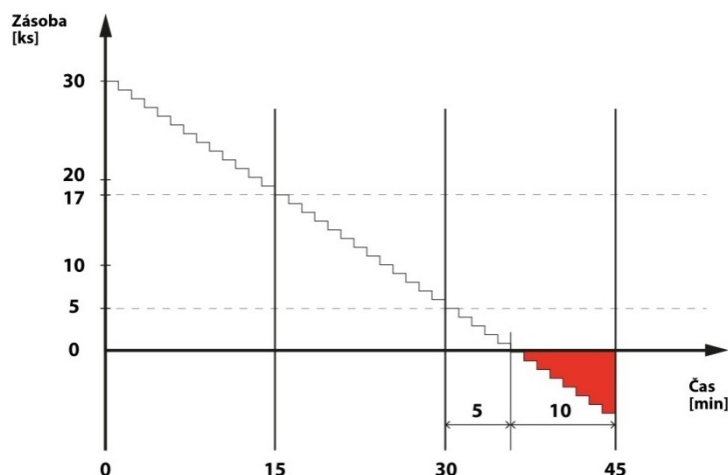
Obrázek 33: Koncept 2 - Audi 373 High - Part 2 - varianta A [14]

V prvním grafu lze vidět modré místa, ve kterých nastává problém. V grafu pracovní stanice průběh - nastává tento problém na pracovišti E030 a to z důvodu, že se dlouho čeká na materiál. Na pracovišti je skupina reflektorů (209.078), které jsou baleny po 15 kusech. Plánované místo je pro dvě plné bedny komponentů. Když manipulant přijde jednou za 15 minut a je tam zásoba na 30 minut, tak se zdá, že je všechno v pořádku a manipulant dokáže zásoby navozit. Z pohledu matematiky by to fungovat mohlo, ale realita je jiná. Může se stát, že v jeden okamžik manipulant nepřijde a nastane problém.

### Příklad problému na E030 - nedostačující zásoba u linky

Na začátku výroby je ve dvou bednách E1 dohromady 30 komponentů. Ty se spotřebovávají po 71 s dle taktu linky. Po 15 minutách, jak se materiál pomalu spotřebovává z 30 kusů, přijde manipulant a zjistí, že je na pracovišti v bednách ještě cca 17 kusů tzn. vidí dvě plné bedny E1 a žádný místo pro novou bednu, takže neobjedná materiál. Materiál se spotřebovává dál a manipulant přijde v 30. minutě. V bedně zůstává už jenom 4-5 kusů komponentů. Manipulant vidí, že je jedna bedna prázdná a druhá téměř prázdná, takže objedná. Sejmeme čárový kód, ve skladu se mu načte seznam komponentů, dostaví se do skladu a připraví si materiál v daných obalech. Ve 45. minutě přiveze manipulant zmíněnou jednu bednu. Nicméně na pracovišti už v 30. minutě bylo v bedně

jen 4-5 kusů komponentů, které se spotřebovaly za velmi krátkou dobu (5 minut) a zbylých 10 minut linka stála, protože neměla z čeho vyrábět. To znamená, že hned při prvním rozběhnutí linky by se výroba zastavila.



Obrázek 34: Graf znázorňující nedostačující zásobu u linky

### Řešení problému

Musí se zvýšit kapacita pro ukládání komponentů (odkládací skluzy). Místo na čtyři bedny by mělo být dostačující. Problém by mohl být vyřešen, ale není tomu tak.

Podobná situace je na pracovišti E060. Zde jsou obaly baleny po 60 kusech. Je to v podstatě to stejné, pouze zastavení linky netrvá 10 minut ale přibližně 3-4 minuty.

### Není kam odkládat prázdné bedny

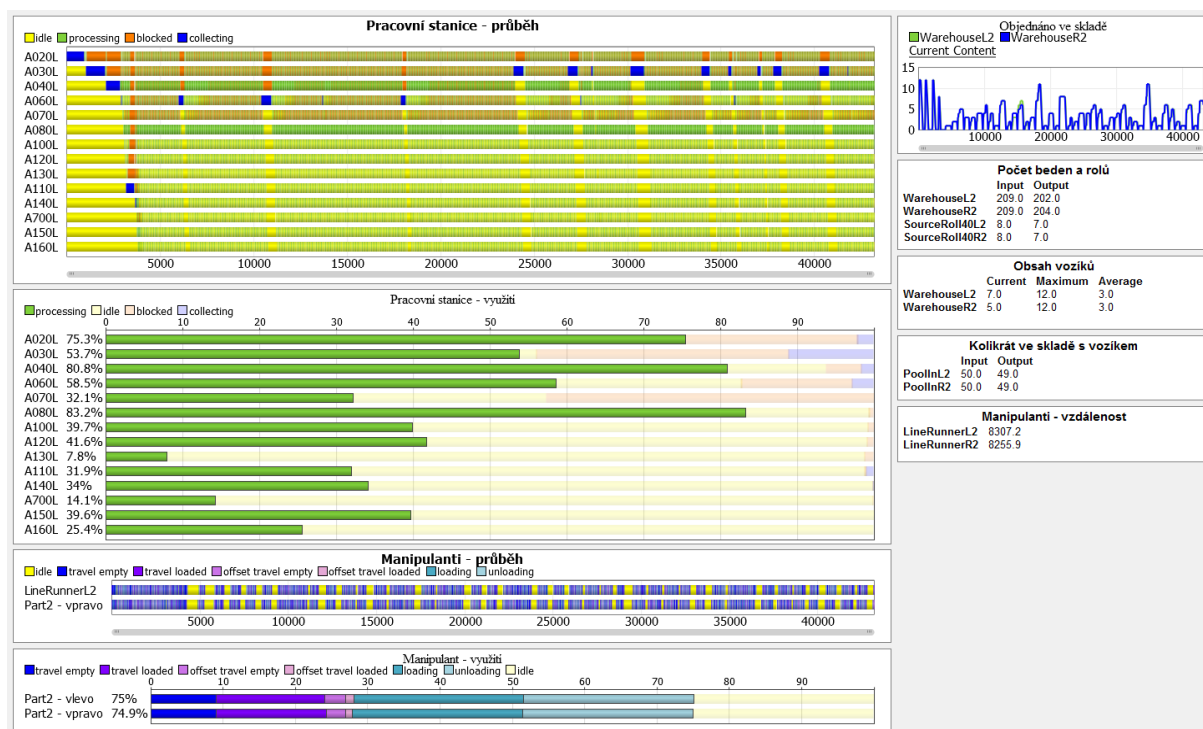
Další problém na pracovišti E030 je mnoho beden a materiálu. Všechny prázdné bedny se musí někam odkládat, ale pro bedny jsou jen 4 místa na odkládacích skluzech. Prázdných beden je více, než je kapacita zmíněných dvou skluzů a bedny není kam odložit.

### Řešení problému

Musí se tedy zvýšit kapacita skluzů. Když je problém odstraněn, tak zdánlivě na pracovišti E030 zanikne, ale jak je vidět na grafu, problém se začíná zobrazovat později a to je přesně důvod, že není kam dávat prázdné bedny. Pracovníci by museli prázdné bedny dávat na zem. Ve skutečnosti je tento problém zanedbatelný a bedny lze jednoduše odložit, ale v simulaci na to nejsou příkazy.

Takto nyní vypadá simulace, když se vytvoří vyšší kapacita odkládacích skluzů.

## Audi 373 High - Part 2 - varianta B



Obrázek 35: Koncepce 2 - Audi 373 High - Part 1 - varianta B [14]

## Prázdné bedny

Dále se na grafu začali ukazovat úzké modré čárky. Tento problém vzniká z toho, že na pracovišti jsou prázdné bedny. Manipulant vozí komponenty na transportním vozíku, který má 12 míst. Ovšem jak veze komponenty k lince, má transportní vozík plný. Cestou však musí ještě sbírat prázdné bedny, které jsou na pracovištích. Nezbyvají tedy pozice pro odvoz prázdných beden, jenž se hromadí a brání přísunu materiálu.

## Řešení problému

V realitě bych problém řešil tak, že se jednotlivé bedny budou skládat do sebe. Je nutné, aby se prázdné obaly nehromadily. Pro výrobu to není veliký problém, pracovníci si poradí. Položí bedny stranou tak, aby se nezastavila výroba.

## Bezprašné prostředí

Každý manipulant jde v průměru do skladu 50x pro bedny (E1 atd..) a to jen u linky Audi A3. Jsou čtyři manipulanti tzn. 200x za směnu se otevrou dveře do přilehlého skladu.



U výrobních linek je podmínkou zajištění bezprašného prostředí. U koncepce 1. budou manipulanti chodit pouze s rollkontejnery z přilehlého skladu, tím pádem se počet několikrát sníží.

## **Vyhodnocení koncepce 2**

Logistický koncept je v souvislosti s výrobou křehký. Může tedy v průběhu výroby neustále docházet k problémům - není dost místa, není dostatek času a není dost dobré zásobování. Pokud se bude vyrábět několik let, po 12 hodinách směnách, ve dne i v noci, tak si obtížně představuji, jak a v jaké péči bude manipulant vykonávat svoji práci na plno i v druhé noční směně. S největší pravděpodobností to zvládat nebude, neboť bude unavený. Systém není příliš odolný, ale výroba je možná.

### **Náklady na manipulanty**

Z procentuálního vytížení manipulantů vyplývá, že zde budou potřeba 4 manipulanti na jednu směnu. To znamená vytvořit pracovní místa pro 16 manipulantů (čtyři směny - A, B, C, D po 12 hodinách).

Manipulantovi přísluší měsíční odměna 17 480 Kč čistého. Měsíční náklady na jednoho manipulanta činní 30 000 Kč. Ročně to pro zaměstnavatele činí náklad ve výši 360 000 Kč.

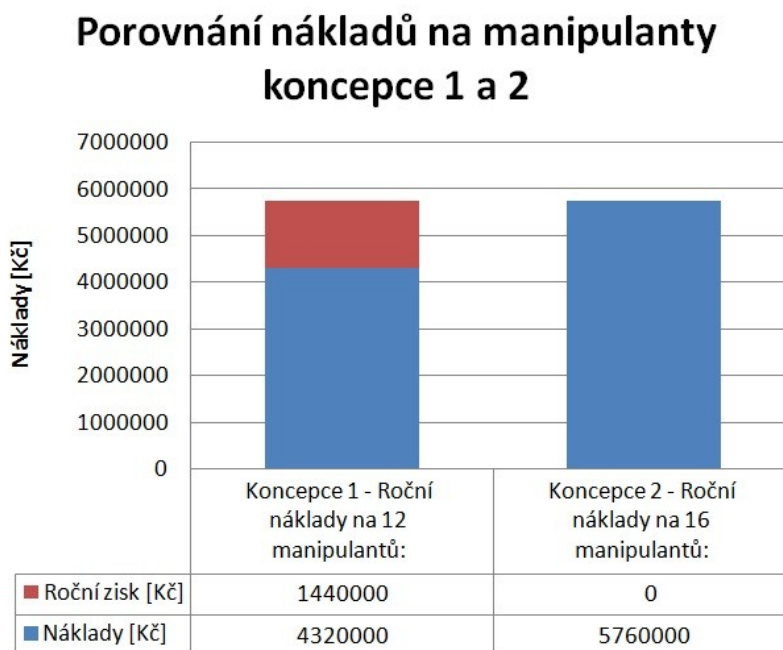
Roční náklady na 16 manipulantů:

$$30\,000\text{ Kč} \times 12\text{ měsíců} \times 16\text{ manipulantů} = 5\,760\,000\text{ Kč}$$

### **3.4.3 Vyhodnocení a porovnání koncepce 1 a 2**

Když manipulanti při koncepci 2. nedělají nic jiného, než co mají, tak chodí z místa na místo, zastavují linku a jsou vytíženi na 75%. Jedna činnost neustále navazuje na druhou (obrázek *Audi 373 High - Part 2 - varianta B*). Ovšem graf - obsah vozíku ukazuje, že zásobování linky transportním vozíkem je v průměru 3 bedny na jednu jízdu. To znamená, že jednou manipulant veze plný transportní vozík a není schopen práci zvládnout, a poté nemá na práci nic. Manipulanti při této koncepci za jednu směnu 12 hodin urazí vzdálenost 8-8,5 km. Při 1. koncepci urazí vzdálenost 4,5-5,5 km.

Graf 2: Porovnání nákladů na manipulanty koncepce 1 a 2



Z grafu je patrné, že koncepce 1. ušetří náklady a vznikne zisk 1 440 000 Kč.

Koncepce 1. s umístěním beden E1 těsně vedle linek je efektivnější z hlediska výroby, pružnější a méně problémová.

### Výhody zavedení koncepce 1

- nepatrně vyšší výroba
- poloviční vzdálenosti manipulantů
- poloviční vytížení manipulantů
- flexibilnější zásobování
- vyřešeny X-plochy
- vyzásobení linky z 1h na 15 min (porovnání koncepce 1 a 2)
- použití průchodu mezi halou a skladem z cca 200 na 50.

Tabulka 18: *Vyhodnocení v číslech [14]*

Audi A3 - 373 High	Koncepce 2 Part 1		Koncepce 2 Part 2 - A		Koncepce 2 Part 2 - B		Koncepce 1 Part 1		Koncepce 1 Part 2	
	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá	Levá	Pravá
<b>Výroba</b>										
kusů za 12h (start linky)	568	568	481	481	509	509	595	595	597	597
kusů za 24h (start linky)	1182	1182	960	960	999	999	1210	1210	1212	1212
kusů za 12h (čistý čas)	614	614	479	479	490	490	615	615	615	615
kusů za 8h (čistý čas)	409	409	319	319	327	327	410	410	410	410
začátek výroby [s] (je naplněno první pracoviště)	1078	1078	945	945	945	945	758	758	723	723
za jak dlouho je vyroben první kus [s]	3444	3426	3495	3457	3810	3810	1493	1506	1338	1338
<b>Za 12h výroby / (se startem linky)</b>										
přepraveno rollkontejnerů	15	15	7	7	7	7	16	16	8	8
přepraveno beden	200	200	193	193	202	204	406	405	439	440
s vozíkem do skladu	50	50	50	50	49	49	-	-	-	-
v průměru na vozíku	3,1	3	3	3	3	3	-	-	-	-
nachozená vzdálenost [m]	7412	7318	7180	7185	8307	8255	4630	5700	5445	4470
vytíženost [%]	63,5	63,2	60,9	60,9	75	74,9	34,2	37,5	38,3	35,4
<b>Manipulant MTM</b>										
cyklus	900s									
čas pro naložení balení	10s									
čas pro vyložení balení	10s									
zastavení vozíku	5s									

Další linky simulované nejsou z důvodu, že již ve výrobní hale HAN fungují. Rozhodujícími linky pro zvolení koncepce byla Audi A3, jelikož jsou tyto linky zcela nové, obsahují nejvíce komponentů a zabírají největší produkci výroby ZSS.

## 4 Vytvoření kanbanového systému signalizace pro jednotlivé materiály

Podstatnou funkcí ve vedení materiálového toku je přesná vědomost o chodu pasivních prvků. Pasivní prvky musí být z této příčiny bez potíží identifikovány ve stanovených místech logistického řetězce.

U výrobků, u základní i odvozené přepravní manipulační jednotky a také u dílů samostatně se pohybujících musí být pohyb znám. Výrobek, polotovár i surovina je nosičem označení sloužící k identifikaci. Když nosič není shodný s prvkem pasivním, připevní se k němu etiketa, visačka, štítek, magnetická páska.

Pojmenováním rozumíme nápis, grafickou značku a záznam v kódu. Identifikace pasivních prvků znamená zjištění jejich totožnosti podle kódu nebo fyzických znaků. [4]

Rychlý vývoj vede k automatické identifikaci. Její výhodou je minimum chyb a vysoké tempo snímání. Automatická identifikace ulehčuje:

- vedení stavů - zásoby ve skladech
- sbírání informací - údaje v katalogu, evidence
- řízení procesů - skladové operace, třídění, kompletace
- transakční procesy - výstupní kontrola, pokladní terminály [4]

Automatická identifikace převládala v minulých letech hlavně v maloobchodě a v distribuci. V současnosti je nepostradatelná i ve výrobě při řízení procesů.

Čárové kódy jsou nejúspornějším a nejčtenějším způsobem značení pasivních prvků. Jsou založeny na optickém principu automatické identifikace. Uplatňováním čárového kódu jsou data automaticky přenášeny do výpočetního systému. Čárové kódy snímá úzký paprsek, který do řídicí jednotky snímače předává digitální signály použitelné pro další přenos a zpracování. [13]

## 4.2 Aplikace signalizace

V současnosti se používají čárové kódy i na přepravní obaly s více výrobky, které plní funkci jen dočasnou. Použití čárových kódů dává možnost kontrolovat průtok daného typu zboží jednotlivými díly distribučního řetězce, dělat inventury, objednávky a vystavit dodací listy i faktury. [13]

Místo záznamu na distribučním balení má umožnit snímání také stacionárními snímači. Důležité je brát v úvahu i čtení záznamu z manipulačních jednotek lokalizovaných ve skladech, kde nebude snadná přístupnost pro snímání ze všech stran. Snímání čárového kódu je prováděno elektronicky, přičemž se předává optický záznam na elektronický signál. [13]

Každý přepravní obal bude mít na vnější straně kanbanovou kartu (průvodku), která představuje tištěný kus papíru vložený do přilepené průhledné folie, na které se nachází čárový kód, název materiálu, množství a dané pracoviště pro kterou je materiál určen (veškeré informace o jednotlivých položkách).

		
STŘ.	SKL. MÍSTO	OBAL
IH	RE 1 01 / 3	E2
ONR	ČÍSLO POLOŽKY	ZMĚN. INDEX
	209.874-01	
		
NÁZEV		
VODICE	AUDI	
MNOŽSTVÍ	MJ	ZÁSOB
50,00	ks	KAT
PŘÍJEM		
NA SKLAD: IH NA STŘED:		
Č. PŘÍJMU DAT. PŘÍJMU ŠARŽE		
0231900 5.01.2016 50		
VYTIŠTĚNO: 5.01.2016 7:07:07		
		

A3

Obrázek 36: Kanban karta [14]

Mezi hlavní principy, které mě vedou k tomu, abych tento systém zavedl, je přehled ve výrobě. Veškeré informace jsou na kanban štítku a to je důvod jednoduchosti a pružnosti. Veškeré zásoby, které by se nacházeli v hale, by se mohli zmenšit až o 90 %. S tím souvisí také menší skladovací prostory a méně dílů ve výrobě až o 80 %. Personální výdaje by se také snížily přibližně o 60 % naproti tomu, když by se tento systém nezavedl. V neposlední řadě by se jednalo o zmenšení výdajů na kvalitu až o 60 % a snížení výrobního a seřizovacího času. [7]

#### **Příčina zavedení systému kanban:**

- odpadá hlídání objednávek
- odpadají skladové náklady
- okamžitá přizpůsobivost požadavkům
- odpadá kontrola kvality
- odpadají jednotlivé poptávky i objednávky
- snížení velikosti výrobních dávek
- redukce komponentů v procesu výroby
- vyrábíme právě včas (Just – in – Time)
- rychlé vyřízení požadavků
- snížení chybovosti
- menší dopravní náklady
- transparentní obchodní vztahy
- zredukované náklady při zjištění opakovaných informací
- vizuální systém řízení (zrakové vnímání informací)
- jednoduchost - jednoduchá pravidla, řízení mechanickými prostředky
- platba až po výrobě zboží [7]

Na začátku výroby (start linky) začne manipulant naplňovat linku komponentami ze spádových regálů a rollkontejnery ze skladu. Naplňuje, dokud linka není naplněná a plně funkční. Na jednu linku jsou vždy 2 manipulanti. Jeden pro levou a druhý pro pravou stranu. Cyklus zásobování linek je 15 minut. Cyklus vždy začíná vyzvednutím seznamu komponentů u spádových regálů a přemístěním na konkrétní pracoviště.

Manipulant chodí a při roznášení komponentů na určitá pracovní místa si všímá volných beden a rollkontejnerů. Jakmile vidí prázdné obaly, načte si čárový kód a seznam obalů se mu generuje u spádových regálů (platí i pro rollkontejnery). Prázdné bedny

posbírání a vrací se zpět ke spádovým regálům. Nejčastější cesty manipulanta budou od spádových regálů k linkám a zpět, jelikož bedny se spotřebovávají více a ve větším množství než rollkontejnery.

### **Systém SAP - budoucnost**

Zavedení tohoto systému SAP bude do budoucna užitečné. Na pracovišti u konkrétního dílu by se nacházelo signalizační zařízení, které by se zmáčklo po spotřebování jednoho kusu bedny a v podstatě u spádových regálů by se generoval už příkaz k vyskladnění dalšího materiálu. Jak je vidět rychlé, efektivní, pružné. Navíc by systém měl v sobě zabudované plánování, takže by věděl, v jaké fázi se nachází výroba určité verze světlometů a v čas by informoval manipulanty o naskladnění spádových regálů potřebnými komponenty. Společnost Hella usiluje o jeho zabudování, ale bohužel to potrvá ještě několik roků a je možné, že výroba těchto světlometů již nebude aktuální.

## 5 Zhodnocení přínosu DP

Cílem mé diplomové práce bylo vytvořit návrh pohybu prázdných a plných balení komponentů v nově vybudované montážní hale HAN II a následné optimalizování balení tak, aby celý koncept byl finančně a prostorově nejvýhodnější vzhledem k množství komponentů.

Teoretickou část této práce jsem zasvětil problematice materiálového toku a toku v montáži, jelikož pohyb materiálu je v diplomové práci hlavním tématem – jde o logistický řetězec, ve kterém se řídí pohyb materiálu. Při veškerém pohybu a aktivitách, které souvisí s manipulací a skladováním materiálu, se musí brát zřetel na požadavky času, prostoru a účelných vazeb individuálních prvků v procesu výroby. Je kladen důraz na to, aby obaly dorazily v čas a v dostatečném množství na pracoviště – jelikož jde o výrobní linky, které se nesmějí zastavit, a nedostatečná zásoba materiálu by mohla výrobu přerušit. Proto je také důležité určit si systém signalizace – v případě této výroby je to kanban, díky kterému je celá výroba přehlednější. Taktéž zvýší přesnost dodržení termínů a v neposlední řadě snižuje zaplnění skladovacích prostor a s tím související zásoby. U tématu skladů a regálu jsem se inspiroval literaturou – zvláště jejich výhodami a nevýhodami. Popsal a vyobrazil jsem přepravní obaly, které se budou využívat v hale HAN II – jedná se především o bedny a rollkontejnery. V další části jsou popsány detaily o zadních skupinových svítilnách, které se v průběhu let do značné míry změnily a využívají se již LED svítilny z důvodu menší spotřeby energie a delší životnosti, které si dnešní doba přímo vyžaduje. Dále jsem uvedl základní myšlenky systému simulace, jelikož se jí věnuji v počítačovém programu FlexSim.

V praktické části se nachází jako první bod práce popis současného stavu montáže. Celková problematika optimalizace strategie balení se nachází ve společnosti Hella Autotechnik Nova s.r.o., jenž se zabývá oblastí vývoje a výroby světelné techniky v automobilovém průmyslu. Hella vyrábí nyní na 3 stávajících linkách pro výrobu ZSS automobilů značek Volkswagen T6 Transporter, Škoda/Seat a Jaguar X760. Nyní společnost rozšiřuje svoji výrobu taktéž o zadní skupinové svítilny značky Audi A3. Tyto svítilny zahrnují dvě výrobní linky – a to z důvodu obsáhlosti komponentů a značné složitosti výroby. Nové linky z nedostačujících prostorů nemohou umístit v interní stávající hale HAN. To znamená, že firma potřebuje pro svou výrobu více místa, a proto vyčlenila



novou výrobní jednotku HAN II, která se zatím buduje. Tam se přestěhují i 3 existující linky ze staré haly. Očekávané spuštění nových výrobních linek firma plánuje zhruba na polovinu roku 2016. Dále jsem představil postup výroby jednotlivých výrobních linek a v tabulkách uvedl výčet komponentů. Zde je uvedeno ze kterých součástí se světlomet vyrábí, o jaký materiál se jedná, na jakém pracovišti se bude spotřebovávat a v jakém množství. Rozkreslil jsem jednotlivé layouty linek s přiřazenými komponenty pro každé montážní pracoviště a naznačil materiálové toky všech výrobních linek. Uvádím zde i počet zaměstnanců na každou z linek a směnnost jejich výroby.

V návrhu strategie pohybu prázdných a plných balení komponent na montážní hale se nabízely (z dispozičních možností) dvě koncepce. V první koncepci jsem umístil spádové regály KLT, ve kterých se uskládňují obaly E1 a menší, přímo do haly k blízkosti montážních linek. Rollkontejnery jsou situovány do přilehlého skladu. V druhé koncepci je tomu naopak. Spádové regály budou v přilehlém skladu a rollkontejnery budou umístěny v hale, v blízkosti montážních linek. V této kapitole jsem objasnil pohyb plných obalů od přijetí zboží až po jeho uskladnění a spotřebování u konkrétní linky. Dále jsem objasnil i pohyb prázdných obalů. Pokud jde o prázdné rollkontejnery, ty se budou od jednotlivých pracovišť převážet do expedičních míst společně s hotovými ZSS. Prázdné bedny se u obou koncepcí budou převážet do přilehlého skladu na vytyčené místo.

V následující kapitole optimalizace množství balení v montážní hale HAN II jsem stanovil limity zásob na jednotlivé linky. Musel jsem zvolit vhodnou strategii optimalizace, tak aby byla co nejvíce finančně a prostorově nejvýhodnější, vzhledem k množství komponentů a různých variant zadních skupinových svítilen. Uvedl jsem dvě varianty řešení, které se týkají zásob komponentů a spotřeby. První variantou jsou zásoby za tři hodiny a druhou zásoby na čtyři hodiny. Z uvedených výpočtů spotřebovaných beden je patrné, že lepšího poměru se dosáhne zvolením druhé varianty – a to zásob na čtyři hodiny. Tato varianta díky delším časovým zásobám oproti druhé verzi ušetří náklady spojené s dovozem materiálu. Na základě spočítaných zásob beden a rollkontejnerů by bylo možné nyní navrhnout prostory určené pro skladování. Pro zajištění plynulé výroby, změny verzí ZSS a s tím souvisejícími komponenty jsem vypočítal, že bude zapotřebí 4 spádových regálů umístěných do první poloviny haly a 7 spádových regálů umístěných do poloviny druhé. To je celkem 11 spádových regálů pro uložení zásob na čtyři hodiny v montážní hale HAN II. Rollkontejnery jsem situoval do 3 objektů v přilehlém skladu. Každý objekt

se skládá z 60 skladovacích míst. Při tomto rozmístění rollkontejnerů je možné mít ve skladě připravenou zásobu na čtyři hodiny pro všechny verze ZSS.

Zásobování zcela nových výrobních linek Audi A3 je nasimulované s logistickým modelem, který ověřuje, jak budou zcela nové výrobní linky fungovat. Celkové provedení je simulováno v programu FlexSim. Simulace je aplikována na verzi 373 high, jelikož obsahuje nejvíce komponentů, a je tak vhodná pro maximální vytížení linek. Ve strategii jsem navrhl dvě možná koncepční řešení.

První koncepci považuji za nejvhodnější, z hlediska přemístění přibližně 1130 kusů beden s komponenty na výrobu ZSS Audi A3 během 12 hodinové směny. Jelikož veškeré tyto komponenty jsou uskladněny ve spádových regálech v blízkosti výrobních linek. Koncepce ze simulace je zdařilá. Graf linky *Koncepce 1 - Audi 373 High - Part 1* ukázal bezproblémový průběh výroby. Zásobování materiálem nezpůsobuje žádné komplikace, které by ovlivnily výrobu ZSS. Tuto linku bude zásobovat jeden manipulant. *Koncepce 1 - Audi 373 High - Part 2* je na tom podobně. Nevyskytl se žádný problém, který by mohl být z nedostatku zásobování. Tuto linku budou zásobovat dva manipulanti, jelikož procentuální vytížení je vyšší. Pro ostatní linky platí, že na každou stranu bude zapotřebí jeden manipulant, jak je tomu již. Tato koncepce systému z hlediska výroby je dostatečně flexibilní na to, aby pokryla veškeré potřeby (zásobování, manipulaci plných beden s materiálem a prázdných beden).

Druhá koncepce je u první linky *Part 1* (obrázek 32) opět relativně bezproblémová. Dochází občas k menším výpadkům (30 s) a to z důvodu nedostatečného zásobování pracoviště E020. Bohužel *Part 2* je problematický, protože je náročnější na výrobu kvůli velkému množství komponentů, které jsou umístěné v přilehlém skladu a musí se dovážet k výrobním linkám. Logistický koncept je v souvislosti s výrobou křehký. Může tedy v průběhu výroby neustále docházet k dalším problémům – např. k nedostatku místa, času a dobrého zásobování. Těmto problémům jsem se snažil více věnovat z toho důvodu, abych jim předcházel, a proto jsem vytvořil určitá opatření, díky kterým by i tato koncepce byla provozu schopná.

Nejvhodnější je 1. koncepce s umístěním beden E1 těsně vedle linek. Je méně problémová, pružnější a efektivnější z hlediska výroby. Má nepatrně vyšší výrobu, poloviční vzdálenosti manipulantů, poloviční vytížení manipulantů, flexibilnější

zásobování, vyřešené X-plochy, rychlejší zásobení linky z hodiny na 15 minut, snížení průchodu mezi halou a skladem, než 2. koncepce. Ta příliš vytěžuje (až 75% vytížení) manipulanty. Navíc při 1. koncepci se u *Audi A3 - Part 1* ušetřili čtyři manipulanti, tzn. roční zisk 1 440 000 Kč.

V kapitole čtvrté – vytvoření kanbanového systému signalizace pro jednotlivé materiály, jsem objasnil výhody zavedení kanbanu a důležitost vědění o pohybu obalů. Aplikoval jsem kanbanovou kartu, která bude obsahovat veškeré potřebné informace o komponentu. Popsal jsem také, jak bude fungovat signalizace a zásobování materiálu manipulanty i do budoucna a taktéž zavedení systému SAP. Ten umožní navýšit počet vyrobených svítlen o 11 680 ks za rok. Diplomová práce mě obohatila o nové znalosti v oblasti logistiky.

## 6 Seznam použité literatury

- [1] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1995, 365 s. ISBN 80-01-01302-2.
- [2] VIGNER, Miloslav. *Metodika projektování výrobních procesů*. Vyd. 1. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984, 588 s.
- [3] VANĚČEK, Drahoš. *Logistika*. Vyd. 2., přeprac. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, 216 s. ISBN 80-7040-323-3.
- [4] SIXTA, Josef a Václav MACÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [5] BLACK, J. T. and J. T. STEVE L. *Lean manufacturing systems and cell design*. Dearborn, Mich: Society of Manufacturing Engineers, 2003. ISBN 978-1-62198-003-2.
- [6] HORVÁTH, Gejza. *Logistika výrobních procesů a systémů*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7082-625-8.
- [7] Kanban. *Metalcom: Spojovací materiály* [online]. 2015 [vid. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.metalcom.cz/kanban-cz>
- [8] LED pro zadní a především přední světla automobilů. *Ford klub* [online]. 2007 [vid. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.fordclub.eu/clanek/led-pro-zadni-a-predevsim-predni-svetla-automobilu-7>
- [9] Überblick Geschäftsbereich Licht. *Überblick Geschäftsbereich Licht* [online]. HELLA KGaA Hueck & Co., 2015, 34 [vid. 2015-12-28]. Dostupné z: [http://www.hella.com/hella-com/assets/media\\_global/Praesentation\\_Internet\\_Geschaeftsbereich\\_Licht\\_DE.pdf](http://www.hella.com/hella-com/assets/media_global/Praesentation_Internet_Geschaeftsbereich_Licht_DE.pdf)
- [10] HELLA: Konzern Hella [online]. Lippstadt: HELLA KGaA Hueck & Co., 2014, [2015] [vid. 2015-9-20]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-cz/O-spolecnosti-30.html?rdeLocale=cs>
- [11] NĚMEJC, Jiří. *Projektování manipulace s materiálem*. Vyd. 3. Plzeň: Západočeská univerzita, 1998. ISBN 80-7082-427-1.
- [12] HOBZA, Milan a Ladislav ŠAFAŘÍK. *Logistika*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002. ISBN 80-7041-053-1.
- [13] VANĚČEK, Drahoš. *Logistika*. Vyd. 3., přeprac. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2008. 178 s. ISBN 978-80-7394-085-0.
- [14] Dokumentace společnosti Hella Autotechnik Nova s.r.o. [vid. 2016-1-28].

## **Seznam příloh**

Příloha A: Výkresová dokumentace - Montážní hala HAN II